19

PRÁCE VÝZKUMNÝCH ÚSTAVŮ LESNICKÝCH ČSR

VYDAL VÝZKUMNÝ ÚSTAV
LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI ČSAZV
VE ZBRASLAVI-STRNADECH
VE STÁTNÍM ZEMĚDĚLSKÉM NAKLADATELSTVÍ
V PRAZE

N.S.T.
R.A.M.
27 JUN 1960

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/zpravy-lesnickeho-vyzkumu_1960_19

Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR

Труды научно-исследовательских лесных институтов Чехословакии
Arbeiten der forstlichen Forschungsanstalten der Tschechoslowakei
Reports of the forest research institutes of Czechoslovakia
Travaux des instituts de recherches forestières de la Tchécoslovaquie

Vědecký redaktor: inž. Jaroslav Mervart, kandidát technických věd

© *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 1960*

Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR

19

1960

VYDALA ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI
VE ZBRASLAVI-STRNADECH
VE STÁTNÍM ZEMĚDĚLSKÉM NAKLADATELSTVÍ V PRAZE

Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, svazek 19

Inž. Vladimír Krečmer, kandidát technických věd

MIKROKLIMATICKÝ A VODNÍ REŽIM BOROVÝCH KOTLÍKŮ

I. SDĚLENÍ

1960

VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A MYSLIVOSTI ČSAZV
ZBRASLAV-STRNADY

I. Všeobecná část

1 ÚVOD

V československém a středoevropském lesním hospodářství vůbec jsou již dlouho v rozličných systémech lesní obnovy používány kotlíky různého provedení. Jejich princip se objevuje ve druhé polovině XVIII. století, tedy dávno před K. Gayerem, jenž jej zpracoval v obnovný systém (Gayer 1880). Od jeho dob se použití kotlíků neobyčejně rozšířilo; pěstitelé vypracovali nejrůznější způsoby aplikace zásad kotlíkové seče podle stanovištních a porostních poměrů. Kotlík zůstane patrně i nadále jedním z nejpoužívanějších obnovních prvků (Polanský 1955).

Jedním z hlavních důvodů, proč byl a je kotlíkový princip ve středoevropském lesním hospodářství tak hojně používán, tkví ve vlivu kotlíku na prostředí, především na bioklima stanoviště. Avšak nehledíc na to, že důležitým podnětem k používání kotlíkové seče byl zřetel na bioklima, nebylo to podrobněji zkoumáno po dlouhou dobu; vědomosti o něm tradované pocházely převážně z teoretických úvah nebo z praktických zkušeností, jejichž platnost měla však často jen místní význam. To ostatně v době masového rozšiřování a aplikace Gayerových poznatků neplatilo jen o bioklimatu kotlíkové seče, nýbrž o porostním bioklimatu vůbec. Výstižně, třebas poněkud opožděně, hovořil o tom Tolskij (1936): „Pěstování lesů, a to nejen ruské, ale i západoevropské, zakládá se téměř výlučně jen na studiu půd, podkladu, geologické stavby, hydrologických podmínek atp.; pokud se týká meteorologických faktorů, přiznávajíc obecně jejich význam, využívalo jich přesto v nedostatečné míře a nezkoumalo vzájemné vztahy mezi nimi a ostatními činiteli, pod jejichž vlivem probíhá vývoj lesních porostů a na nichž do značné míry závisí také efektivnost celého lesního hospodářství."

V posledních dvaceti až třiceti letech věnuje již lesnická meteorologie a klimatologie porostnímu bioklimatu zejména ve střední Evropě největší pozornost. Z hlediska lesnické praxe je velmi žádoucí podrobně se obeznámit zvláště s vlastnostmi prostředí, které lesník-pěstitel připravuje svým těžebním zásahem pro zmlazované nebo zaváděné dřeviny. Přesto však nebylo bioklimatickým vlastnostem obnovných sečí, jež jsou z praktických důvodů pro lesníka z celé problematiky lesního mikroklimatu nejvýznamnější, věnováno ani pak mnoho pozornosti. Význam bioklimatu sečí je v lesnické meteorologii a klimatologii zdůrazňován až v poslední době (například u nás Mařan 1946, v Polsku Tomanek 1947, ve Francii Jacamon 1954 aj.).

Předložená práce se zabývá otázkou mikroklimatu dvou typů kotlíků, které byly navrženy k používání v našich borech pro zavádění listnatých melioračních po případě i cílových dřevin do borových monokultur. Kromě objasnění, který z typů kotlíků, lišících se rozměry i tvarem, je z hlediska bioklimatu nejvýhodnější ke splnění pěstebních požadavků, měla práce za cíl ujasnit i některé další, méně známé problémy kotlíkového mikroklimatu.

Vzhledem k tomu, že v původní Gayerově koncepci i v mnoha dalších modifikacích používá se kotlíku hlavně jako clonného obnovního prvku, je třeba zdůraznit, že jak v naší práci, tak také v celé problematice kotlíků jde z hlediska mikroklimatu o kotlíky mýcené naholo.[1]) Clonné kotlíky náležejí svým charakterem do odlišné problematiky.

---

[1]) Gayer (1880) je rovněž uvádí a nazývá je mezerami („Bestandslöcher").

2 PROBLEMATIKA

2.1 Základní pojmy

Mikroklima ve volné přírodě definujeme jako režim meteorologických elementů, vytvářejících se pod bezprostředním vlivem aktivního povrchu klimatogeneticky stejnorodého krajinného prvku.

Tato definice vychází z chápání podnebí jako jevu zeměpisného. Takové pojetí není v aplikované klimatologii úplně nové; dávno před zásadní studií Chromovovou (Chromov 1952) nalézáme jeho prvky na příklad u Scaëtty (1935, srovnej „zeměpisný element" Scaëttův s „uročiščem" Chromovovým), rozvinuté pak u Nováka (1949).

Vyhybáme se dosud častému šablonovitému nebo i nesprávnému vymezování vertikálního i horizontálního rozsahu mikroklimatu v délkových a plošných mírách. Mikroklima omezujeme vertikálně dosahem bezprostředního fysikálního vlivu energetického rozhraní, na němž se uskutečňuje obrat radiační energie a odkud se také formují změny ostatních meteorologických procesů, důležitých pro vznik klimatu. V horizontálním rozsahu ohraničujeme je podmínkou jednotného vlivu, přetvářejícího tyto procesy; jednotný vliv uplatňuje určitý malý geografický celek, prvek krajiny. Je jistě patrné, že mikroklima je definicí omezeno co do velikosti maximální, směrem k minimálním rozměrům je ponechána mez pohyblivá: krajinným prvkem je na příklad rašelinná louka; podstatu pojmu neruší ani další zúžení na porost bylin určitého druhu na výseku této louky nebo konečně i list jedné byliny. Definice lze použít rovněž na mikroklima půdní nebo ve sněhové pokrývce.

Pod pojem mikroklima zahrnujeme v novější době nejen režim klimatických prvků v ovzduší v blízkosti aktivního povrchu, nýbrž i klima půdní. Vzájemná závislost klimatických prvků nad půdou a vlastností podložky, které jsou jedním ze základních klimatogenetických činitelů (srov. Pallmann-Frei 1943, Chromov 1952), nepotřebuje zajisté dalšího rozvádění. Kromě „klasického" půdně-klimatického prvku, jímž je půdní teplota, patří k půdnímu klimatu také vodní režim v půdě. Toto celostní pojetí klimatu (mikroklimatu) probojovával u nás důsledně Novák (1935, 1936—7, 1949); v cizině (např. v SSSR, Německu) se otázky vodního režimu půdy staly předmětem zájmu meteorologických služeb centrálních meteorologických institucí. Z praktického hlediska se ovšem pojednání o vodním režimu odděluje od ostatních mikroklimatologických otázek, a to pro značnou šíři speciální problematiky a pro dosud oddělený vývoj.

2.2 Vývoj otázky

K propracování skupinové (hloučkovité či kotlíkové) metody obnovy lesa vedla v minulém století především snaha odstranit obtíže obnovy na rozsáhlých holých plochách (holosečích). Již zakladatel systému kotlíkové obnovy K. Gayer (1880) a patrně i jeho předchůdci v používání pomístné obnovy si byli vědomi, že otevřením porostního zápoje na omezené ploše aktivně vytvářejí výhodně upravené stanovištní klima na rozdíl od stavu na holoseči. Z téhož stanoviska byly kotlíky také obhajovány (Ney 1885 aj.). Četná byla v té době zejména prostá pozorování lesníků o vývoji nárostů a kultur, případně bylinného rostlinstva v kotlíkových sečích, provázená úvahami o klimatických a půdních podmínkách. Tito pěstitelé znali některé charakteristické rysy kotlíkového mikroklimatu, ovšem jejich znalost a znalosti mnoha jejich dalších následovníků se opíraly spíše o praktickou zkušenost a znalost přírody než o exaktní vědecká

pozorování, kterých dlouho téměř nebylo. S jejich názory na klimatickou funkci kotlíků se můžeme seznámit ve všech význačnějších kompendiích pěstování lesů z doby před 2. svět. válkou (Bühler 1918—27, Konšel 1931, Vanselow 1931 aj.). Lesníci-pěstitelé oceňovali u kotlíkového mikroklimatu především zvýšený přístup světla (hlavně rozptýleného) a srážek ve srovnání např. se sečí clonnou, dále vyrovnaný průběh teploty vzduchu i půdy, větší relativní vlhkost vzduchu, bohatý příjem kondensační vody z rosy jakož i dlouhé trvání orosení ve srovnání se sečí holou. Mnohem později ocenili i zlepšení vodního režimu půdy, nastávající po odstranění přirozených pump — stromů mýtného stáří; bylo to až v době, kdy se překonávalo přecenění významu světla v ekologii nárostu (srov. Fricke 1904) a po prvých výzkumech o půdní vodě kotlíků v devadesátých letech minulého století. Byli si ovšem hned od počátku vědomi, že plocha kotlíku není vzhledem k podmínkám ovzdušného a půdního prostředí jednotná, a že exposiční rozdíly, vznikající v kotlíku, mohou být bioklimaticky příznivé (zástin jižní části) i nepříznivé (zchudnutí okrajů na slunečné straně, Wiedemann 1927). Lesníci-pěstitelé se první snažili exaktním měřením zachytit ovzdušné prostředí kotlíků, a to dříve než bioklimatu této seče věnovali pozornost specialisté (viz Bühler 1918/27, Danckelmann 1898, u nás Sigmond 1933). Vcelku však lze říci, že i když takto získaná data a pozorování ilustrovala výše uvedené these, scházel až do nejnovější doby prostorový obraz kotlíkového mikroklimatu, zachycující u důležitých klimatických prvků kromě změn místních i změny časové, čili celkovou dynamiku kotlíkového mikroklimatu. Těmto otázkám věnovali pozornost po průkopníku Sigmondovi (l. c.) až Geiger (1941) a zejména pak různí pracovníci po druhé světové válce.

2.3 Přehled dosavadních výzkumů

2.3.1 Ovzduší

Prvá orientační data, prozrazující klimatickou svébytnost kotlíkového prostředí, získala lesnická věda z měření určených ke zcela jiným účelům. Bylo to ve druhé polovině XIX. století, když na různých místech Evropy pracovaly srovnávací lesnicko-meteorologické stanice, mající objasnit složitou otázku vlivu lesa na podnebí. „Lesní" stanice těchto staničních dvojic byly umisťovány buď v dospělých lesních porostech anebo na světlinách a mýtinách různých rozloh, často řádově odpovídajících rozloze větších kotlíkových sečí. Je třeba si uvědomit, že šlo o měření staniční uprostřed holých ploch různých velikostí a v různých porostních poměrech, při čemž jen málokdy byly popsány rozměry a tvar seče, výška a skladba okolního porostu a jiné důležité okolnosti měření a pozorování. Seče, na kterých se měřilo, označujeme proto důsledně jako mýtiny; jako takové byly tehdy označovány a data byla na kotlíky teprve dodatečně aplikována.

Čísly podložené vědomosti mohly být tehdy pro pěstování lesů čerpány z rozsáhlých lesnicko-klimatických měření, které prováděl ve Švédsku známý Hamberg (1885 až 1896). Jeho měření naznačovala, že mýtiny mají kromě jara většinou teploty shodné, ale i vyšší než volný terén. Podrobné zpracování srážkoměrných dat vedlo k závěru, že mýtiny vykazují větší množství srážek, zejména v zimě, a to vlivem ochrany před větrem. Hamberg rovněž uváděl, že mýtiny mají také vyšší požitky kondensační vody z rosy. Značný význam mýtin a kotlíků pro kondensaci zdůrazňovali pěstitelé vůbec velmi často, a to na základě svých okulárních pozorování buď orosení na sečích přímo (viz na příklad Fischbach 1898) nebo také nepřímo sledováním zdaru kultur v suchých letech (viz např. Sigmond 1912).

K prvotnímu období výzkumů náleží i pozdější práce Schubertova (1927), který zpracoval dlouhé pozorovací řady německých lesnických srovnávacích stanic. Zpraco-

vání naznačilo, že mýtiny vykazují na rozdíl od volného terénu větší denní amplitudy teplot.

První vysloveně mikroklimatologické zkoumání podnebí kotlíků provedl Bühler v letech 1888, 1902 a 1909 v bukovém porostu u Tübingen (viz Bühler 1918/27). Jako první se snažil zachytit exposiční rozdíly v kotlíku, neboť si byl jako praktický pěstitel dobře vědom různé reakce dřevin na různých exposicích, a tudíž i zřejmé nejednotnosti kotlíkové plochy. Kromě toho, že měřením stanovil ráz mikroklimatu jednotlivých míst většího kotlíku o ploše 4 a, podrobil šetření i rozdíly mezi kotlíky různých velikostí. Měřením v kotlíku o výměře 1 a ukázal, že se v oboru měřených prvků nijak neliší od porostového klimatu. Kromě mikroklimatických prvků (světlo, teplota a vlhkost půdy, výparnost) zjišťoval i biometrické ukazatele mladých dřevin. Biometričtí ukazatelé všeobecně vykázali pokles od středu ke všem okrajům, což Bühler přičítal snižujícímu se požitku světelnému.[2])

K jednoduššímu způsobu vyšetřování kotlíkového prostředí staniční metodou, nyní už přizpůsobenou požadavkům bioklimatologického měření, vrátil se Wrede (1925). Při měření používal budky ve výši 40 cm a mikroklimatické staničky s několika měřišti pro minimální teploty uprostřed kotlíku o průměru 13—14 m ve smíšeném jehličnatém porostu (borovice a smrk) s podružným porostem. Wrede bohužel nikde neudává výšku porostu na své pokusné ploše, což snižuje použitelnost jeho vývodů. Jeho měření jsou nejčastěji citována při pojednáních o mikroklimatu kotlíku; z hlediska pěstování lesů je tento zájem oprávněn, neboť studie je věnována srovnání seče clonné a kotlíkové. Kotlík označuje Wrede jako místo vlhčího podnebí na rozdíl od seče clonné. Novým materiálem pro teplotu vzduchu (extrémní), rychlost větru, vlhkost vzduchu i půdy a srážky dokládá lepší vláhové poměry v kotlíku, který doporučuje v sušších oblastech. Kromě zjištění, že rychlost větru pod clonou je v průměru 1,5krát větší než v kotlíku, uvádí jako první pozorování směru větrného proudění. Podle jeho poznatků vzniká v kotlíku typické vířivé proudění, prokázané také později kouřovými pokusy (Pfeiffer 1938). Geiger (1925) zpracoval měření ze sítě staniček, určených k výzkumu teplotních poměrů přízemní vrstvy ovzduší v Bavorsku. Měl k disposici také měření z kotlíku malých rozměrů. Na základě profilového měření teploty v přízemní vrstvě ovzduší dospěl k názoru, že se vzduch v takovém kotlíku neohřívá od půdy, nýbrž výměnou z okolního porostu (pokud okolní porost zabraňuje přímému oslunění půdy kotlíku).

Pozoruhodnější než práce Wredeho, ve světové literatuře hojně citovaná, je obsáhlá studie našeho pěstitele J. Sigmonda (1933). Výzkum, provedený jím v borovém kotlíku na Plzeňsku, je nejrozsáhlejší a z hlediska výzkumu mikroklimatu nejhodnotnější nám známou prací o klimatu sečí z doby před druhou světovou válkou. Je škoda, že jeho práce není, kromě předběžné krátké zprávy, přednesené na zasedání německého lesnického svazu v Boru u Tachova (1929), v zahraničí známa (srv. Geiger 1941); ani u nás nebyla dosud po zásluze oceněna (srv. Svoboda 1952, Polanský 1955).

Sigmond měřil a pozoroval se vzácným pochopením mikroklimatických zákonitostí, jež vyplývalo z jeho bedlivého sledování přírody. Při svém výzkumu měřil teplotu vzduchu i půdy, vlhkost vzduchu, výpar, pozoroval rosné a sněhové poměry a také oslunění. Kotlík byl založen v borovém porostu, vysokém 20 m; byl eliptického tvaru, při čemž velká osa byla orientována ve směru N — S. Charakteristické číslo velké osy 2,75, malé osy 1,40. Měření bylo založeno na exposičním výzkumu. Sigmond nejenže první upozornil na rozhodující úlohu slunečního záření při vytváření exposičního kotlíkového mikroklimatu (o jeho významu se zmiňoval už Bühler, l. c.), ale také oslunění sledoval zakreslováním hranic stínu.

V Sigmondově práci je poprvé upozorněno na časovou dynamiku kotlíkového mikroklimatu. Pozornost, kterou autor věnoval slunečnímu svitu resp. oslunění, vedla ho k poznání dynamiky exposičního mikroklimatu v kotlíku během dne, již pak vyšetřoval ambulantními měřeními. Z jeho práce si mohla věda po prvé učinit dobrou představu[3]) o putování suché a teplé zony po jednotlivých místech v kotlíku v závislosti na postavení slunce během dne, jakož i o poměru mezi okrajovými místy a středem kotlíku. Poněvadž výzkum trval několik ročních období, obsahuje získaný materiál

---

[2]) V kotlíku podobných rozměrů, avšak v mladém 20—25letém porostu smrkovém a jedlovém, měřil také Hoppe (1898).

[3]) Náznaky jsou už u Bühlera z měření v prvním desetiletí tohoto století (viz Bühler l. c.).

také náznaky změn v exposičním mikroklimatu s delší periodou, ačkoliv si toho autor ani vědom nebyl; při zpracovávání si této otázky ještě nevšímal. Sigmondova práce má trvalou hodnotu jako práce základního významu.

O významu, který naši lesníci přikládali poznání kotlíkového mikroklimatu svědčí i další pozorování, podniknutá ve třicátých letech Polanským (viz Polanský 1955). Lesnická praxe věděla ze zkušenosti, že kotlíky mají většinou příznivý vliv na utváření prostředí pro zmlazované nebo zaváděné dřeviny; poznala ovšem i případy jejich záporného vlivu. Takovým důležitým nepříznivým vlivem, který byl opětovně pozorován na větších mýtinách a také v kotlících, je zmrzání nárostu nebo kultury za pozdních mrazů. První poznatky z takových pozorování uveřejnil Danckelmann (1898), který provedl rozbor škod, zaviněných mrazíky v oblasti Eberswalde v roce 1894. Zdůraznil, že pro vytváření nepříznivých podmínek není rozhodná jen velikost holé plochy kotlíku, nýbrž že tu rozhoduje poměr mezi jeho velikostí a výškou okolního porostu. Poznal, že pro režim vyzařování není důležitý jen plošný rozsah holé plochy, nýbrž také míra zaclonění okolním porostem (toho si byl vědom i Gayer, 1880). K charakteristice velikosti kotlíku zavedl Danckelmann zmíněný poměr, který Geiger (1941) nazval charakteristickým číslem. Geiger (l. c.) ovšem připomněl, že skutečnou míru zaclonění neudává pouze výška bezprostředně okrajových stromů. Skutečný horizont kotlíku netvoří jen obrys korun nejkrajnějších stromů, nýbrž v mezerách i korun stromů ze širšího porostního lemu. Danckelmannova charakteristika má ovšem výhodu snadného zjištění a pro zběžnou informaci dostačuje.

O podstatě vzniku tak zvaných mrazových děr v kotlících nebylo dlouho známo nic bližšího. Většinou se tvrdilo, že za svůj vznik vděčí přítoku studeného vzduchu s povrchu korun okolního porostu. Teprve Falckenberg (1931) obrátil pozornost na problémy radiační bilance při vzniku kotlíkového mikroklimatu. Domníval se, že podstatný vliv při nočním ochlazování kotlíkového ovzduší mají stěny okolního porostu, který kryje místa nejvyšší virtuelní teploty oblohy a tudíž nejintensivnějšího protizáření atmosféry. Nutným předpokladem platnosti této Falckenbergovy domněnky je, že virtuelní teplota oblohy v místech krytých porostem je vyšší než teplota povrchu v kotlíku. Kromě toho je nutno uvést, že také porostní stěny vyzařují dlouhovlnné záření k povrchu půdy v kotlíku, a to podle měření Bolze (1951) ve větší míře než jimi kryté části oblohy. Možné vyjímky jsou málo pravděpodobné (Geiger 1942, Bolz 1951).

Významným krokem k dalšímu poznání klimatických podmínek v kotlících byla práce Geigerova (1941). Ten proměřil vliv velikosti kotlíků na některé elementy jejich mikroklimatu a zejména věnoval pozornost teplotním poměrům v období mrazíků a srážkám. Vyšetřoval také dynamiku denního chodu teploty a vlhkosti vzduchu v jednom z kotlíků, aby blíže poznal exposiční mikroklima. Geiger razí nově pojem kritické velikosti kotlíku, a to zejména s ohledem na poměry tepelné. V kotlíku menší velikosti (malého charakteristického čísla) jsou radiační meteorologické děje utlumeny clonou porostních stěn. Ve velkém kotlíku (o velkém charakteristickém čísle) je sice půda přístupna ozařování sluncem, avšak svobodnější výměna vzduchu způsobuje, že důsledky toho se v tepelném režimu zmenšují. Geiger vyvozuje, že existuje jistá velikost, daná určitým charakteristickým číslem, při níž se radiační účinky budou moci projevit maximálně; od této velikosti níže bude jim v tom bránit stěna porostu, výše pak vzdušné proudění, zasahující do kotlíku. Jak sám autor ukazuje, lze pojem kritické velikosti aplikovat i na některé jiné meteorologické děje. Jeho srovnávací měření v šesti kotlících v borových porostech u Eberswalde vedlo ke stanovení kritické velikosti u srážek a denních maxim teploty vzduchu, k hodnotě charakteristického čísla 1,5—2,0.

Při sledování minimálních teplot v období mrazíků nebyla kritická hodnota nalezena. Geiger se domnívá, že při růstu velikosti kotlíků se plynule snižuje minimum teploty vzduchu, a že se pozvolna blíží k poměrům v otevřeném terénu. Na podkladě studií, které publikoval Bolz (1951), je však možno o absolutní platnosti Geigerovy these pochybovat (viz také Göhre 1956, str. 519). Podle Bolze je možno očekávat nejnižší minimum v kotlících velkého charakteristického čísla, či lépe již na mýtinách, kde zaclonění horizontu bude činit méně než 30°.

Geigerova měření prokázala také v době vyzařování vliv přítoku chladného vzduchu s korun stromů u větších kotlíků respektive oteplující vliv porostního ovzduší u kotlíků malých průměrů. Měření srážek ukázalo oprávněnost starých výsledků prací Hambergových; z měření v letních měsících roku 1940 odvodil Geiger, že kotlík charakteristického čísla 1,5 dostává ve svém středu o 5 % více dešťových srážek než volný

terén.[4]) Ernst (1928) uvádí, že podle jeho měření v roce 1924 metodou totalisátorů uprostřed borového kotlíku dostává střed stejné množství srážek jako volná plocha. Jeho kotlík měl patrně malé rozměry, průměr byl patrně menší než výška porostu.[5])

V závěru své práce, která představuje druhou základní studii v oboru mikroklimatu ovzduší v kotlíkových sečích, uvádí Geiger řadu problémů, které v otázce mikroklimatu kotlíku zůstávají zatím nezodpověděny. Je třeba zdůraznit, že většina z nich zůstávala bez odpovědi dodnes.[6])

V roce 1949 vyšla studie Aicheleho, která upozorňovala na význam kotlíkového mikroklimatu z hlediska ochrany lesů. Aichele měřil teplotu okrajových stromů, což má význam pro ekologii kůrovců.

Velmi zajímavou studii o klimatu porostní mezery ve srovnání s volným terénem provedl v SSSR Suchanov (1949). Opíral se o materiál lesnických meteorologických stanic, založených podle plánů Dokučajevových expedic v Mariupolském lese. Lesní stanice byla na mýtině 20 × 10 m v listnatém porostu, druhá — srovnávací — ve stepi ve vzdálenosti 4,5 km. Autor zhodnotil průměrná data teploty a rychlosti větru za 8—14 let měření jednak podle měsíců, jednak rozebral rozdíly obou míst ve dvou ročních obdobích (květen, červen a únor) podle synoptických situací. Výsledky ukázaly, že mýtina je v teplotách extrémnější než step, zejména za situací s jasnou oblohou v noci a za slabého větru. Roční chod rozdílů teploty je v zásadě určován chodem oblačnosti a rychlosti větru.

Několik výzkumných prací o mikroklimatu kotlíkové seče uveřejnili v posledních letech polští badatelé. Rozsáhlý materiál o mikroklimatu mýtiny zpracoval Tomanek (1952). Materiál pochází z pozorování v letech 1929—1936 v seči tvaru pravidelného osmistěnu o průměru asi 193 m (výška porostu 22—23 m). I když v tomto případě šlo již o holinu větších rozměrů (3 ha) a pozorování přináší materiál spíše o klimatech jednotlivých vnějších lemů porostů, jsou některé výsledky pozoruhodné i z hlediska našeho a bude o nich na příslušných místech pojednáno.

Po předběžných programových zprávách (1949 a 1951) publikoval v témž roce rozsáhlou práci Graniczny (1952), jenž pracoval s kotlíky trojúhelníkového tvaru jednak v tyčkovinách, jednak v mlazinách. Výzkum souvisel s palčivým problémem polského lesnictví, obnovou lesů, prořídlých za války. Jeho práce potvrdila v jiném pracovním uspořádání výzkumu thesi Geigerovu (1941) o kritické velikosti kotlíků s ohledem na maximální teplotu vzduchu. Nejvyšší teploty naměřil v kotlících v tyčkovinách, nižší maxima v kotlících v mlází, kde je možná čilejší výměna vzduchu.

Z hlediska přeměn borových monokultur zkoumali některé podmínky kotlíkového mikroklimatu Mierzejewski a Niedźwiedzki (1954). Kromě kotlíků obvyklého kruhového tvaru o charakteristickém čísle 0,5, 1,0 a 2,0 zkoumali také seče obdélníkové 10 × 60 a 20 × 60 m různé orientace. Soudíce podle extrémních teplot vzduchu a svrchní vrstvy půdy i měření vlhkosti půdy, doporučili používat pro přeměny s ohledem na zaváděný dub kruhový kotlík charakteristického čísla 1,0 a obdélníkovou seč 10 × 60 m směru N - S, respektive seč 20 × 60 m směru W - E. Kruhový kotlík menší má podle autorů sice malé amplitudy extrémních teplot, avšak málo světla, podobně jako obdélníkový tvar 10 × 60 m, orientovaný ve směru W - E. Kruhový kotlík většího charakteristického čísla nebo obdélníková seč 20 × 60 m ve směru N - S má již nadměrné oslunění a velké výkyvy teploty i vlhkosti.

V roce 1954 byla také publikována mikroklimatická měření v borovém kotlíku u nás (Jeník - Peřina - Slavík 1954). Šlo o měření v kotlíku s kulturou olše, které zachycovalo vliv této často používané pomocné dřeviny na stanoviště.

V poslední době se objevila velmi podrobná studie z našich poměrů (Slavík - Slavíková - Jeník 1957, předběžná zpráva Slavík 1956). Autoři provedli velmi důkladný výzkum komplexu ekologických poměrů v kotlíku ve smíšeném listnatém

---

[4]) Kreutz (1953) došel při studiu vlivu ochrany před větrem v zahradě rozlohy 250 × 90 m, obklopené vysokými stromy (35 m), k trojnásobným hodnotám přebytku srážek (za jeden rok). Viz ostatně již starší výzkumy Hudlestonovy (1928) o vlivu závětrného postavení srážkoměrů na výsledky měření.

[5]) V jeho práci nejsou rozměry kotlíků uvedeny; našli jsme pouze zmínku, že slunce proniká do kotlíku jen za nejvyššího stavu.

[6]) V tropech měřil na mýtině v pralese ethnolog Gusinde. Jeho data, zpracovaná Lauscherem, nemají zvláštní význam kromě toho, že upozorňují na problémy kotlíkového mikroklimatu tam, kde závažné práce dosud čekají na své tvůrce (viz Gusinde-Lauscher 1941).

porostu dubo-bukovém s příměsí jehličin. Kotlík byl velmi přibližně eliptického tvaru o charakteristickém čísle 0,8—1,0 (výška porostu 20—25 m) a s podobnou orientací os, jakou poznáme v našem případě. Práce je cenná důsledným zaměřením k výzkumu plošné diferenciace ovzdušného a půdního prostředí kotlíku. Poprvé tu autoři zkoumají plošné rozložení srážek a v daleko větším měřítku než dříve plošné rozložení jiných důležitých mikroklimatických prvků (teplota, vlhkost, výparnost, světlo, vlhkost půdy). Porost buřeně a zmlazení v kotlíku umožnily navázat ihned měření ekoklimatologická a vlastní výzkum ekologicko-fysiologický. Zmíněná práce je třetí základní studií o mikroklimatu kotlíků. Její výsledky nemohly být bohužel již v naší práci využity, neboť byla publikována až po skončení našich výzkumů. Nabízí však četná srovnání, důležitá zejména pro posouzení rozdílů, způsobených odlišným druhem porostu i půdy.

Pozoruhodnou studii o kotlících z hlediska pěstebně-ekologického v oblasti našeho výzkumu napsal Peřina (1957). Statistickými metodami zhodnotil závislost zdaru obnovy v kotlících v různých typech borových porostů na velikosti kotlíků, existenci isolačního příkopu po jejich obvodu a na četných dalších faktorech. Výsledky získané na stanovištích, obdobných naší pokusné ploše, ukázaly vysoce průkaznou závislost zdaru obnovy na velikosti kotlíku (jako výhodný se ukázal kotlík s charakteristickým číslem 1,0); nedosti jasnou zůstala otázka isolačního příkůpku, jehož vliv na zdar obnovy byl více méně indiferentní.

Zvláštní skupinu prací představují studie, zabývající se sněhovými poměry v kotlících. Všeobecně bylo vždy známo, že porostní mezery mívají vyšší sněhovou pokrývku než porosty, a že si ji také déle udržují. Bylo to přičítáno hlavně tomu, že se v lese mnoho sněhu zadrží v korunách stromů, zatímco do mezer je sníh ještě navíc větrem sfoukáván (Fischbach 1893). Během času byl získán i číselný materiál o vyšší sněhové pokrývce v porostních mezerách, a to zejména při hydrologických studiích ve Švýcarsku (Engler 1919, Burger 1948). Mnoho měření sněhové pokrývky na mýtinách a v porostních mezerách bylo provedeno v SSSR při výzkumu hydrologické úlohy lesa (z novějších Galachov 1940, Kostjukevič 1952, Kuz'min 1954). Všechny práce potvrzují vyšší sněhovou pokrývku a větší zásoby vody v ní. Kostjukevič (1952) přináší také data o délce trvání sněhové pokrývky (v mezerách velikosti kotlíku schází sníh o 14—17 dnů později než na polích, o 12 dnů později než v porostu). Kuz'min (1954) uvádí, že největší nakupení sněhu na mýtinách lze zjistit tam, kde jejich šířka nepřesahuje výšku okolního porostu. Totéž plyne také z výzkumu amerických lesníků, provedeného v mladých borových porostech (Niederhof - Dunford, 1940).

Velmi málo autorů se však zabývalo sněhovou pokrývkou v kotlíku podrobněji. Z mikroklimatického hlediska se jí obíral pouze Sigmond (1933), který sledoval vztah mezi stranou kotlíku a výškou sněhové pokrývky. Několika pozorováními během zim v letech 1929 a 1930 zjistil, že nejvíce sněhu je po sněžení ve východní části, nejméně v západní; připisoval to vlivu vzdušného proudění. Při tání zjistil nejvíce sněhu v jižní a jihovýchodní části kotlíků, nejméně na severní části. Popisuje také průběh tání a mizení sněhové pokrývky v kotlíku; sníh se v kotlíku uchoval déle než v porostu. Jiné práce tohoto zaměření neznáme, ač sněhové pokrývce a jejímu rozložení na ploše kotlíku je třeba přiznat velký význam ekologický zejména v předjaří.

2.3.2 Půda (půdní vlhkost)

Příznivý vliv kotlíků na vláhové poměry všeobecně (stanovištní vlhkost) byl praxí dávno uznáván; otázka půdního vodního režimu této seče byla však málo zkoumána. Zejména chyběl podrobný výzkum, a to až do nejnovější doby.

První práci z výzkumu vodního režimu v kotlících publikoval Ramann (1897). V létě roku 1895 sledoval vlhkost půdy v kotlíku (blíže nedefinovaném) v 88letém borovém porostu u Eberswalde, a to na osluněné i zastíněné straně a v porostu. Výsledky ukázaly podstatné rozdíly mezi osluněnou a zastíněnou stranou a také to, že vlhkost ani na osluněné straně (rovině) neklesá pod hodnoty zjištěné v porostu[7]). Ramann přičítá nalezené rozdíly vlivu oslunění (teplota půdy a výpar), na zastíněné straně přiznává vliv pochodům kondensačním (viz také Sigmond 1912).

Je zajímavé, že týž autor uveřenil dva roky před tím práci, v níž referoval o mě-

---

[7]) Heinrich (1936) s odvoláním na Ramanna uvádí opak, což Ramann výslovně připouští jen tam, kde osluněná strana leží na svahu přivráceném ke slunci.

ření půdní vlhkosti v kotlíku o ploše 2 a. Srovnával tehdy nezpracovanou půdu v porostu se zpracovanou půdou (rigolováním) v kotlíku; o možném vlivu kotlíku se však nezmiňoval (Ramann 1895).

V době sucha v roce 1911 provedl jednorázové zjištění půdní vlhkosti v bukovém kotlíku, kde také prováděl měření mikroklimatologická a ekologická, Bühler (1918/27). Nejsušší byla severní strana, avšak téměř stejně suchá byla strana západní i východní.

Na měření vlhkosti půdy uprostřed kotlíku se omezil Wrede (1925). Srovnal ji s vlhkostí na clonné seči a shledal kotlík vlhčím. Podobně také Ernst (1928) při srovnávání vlhkosti v hlinité půdě označil v roce 1924 půdu kotlíku za vlhčí než byla půda pruhové seče, vedené od severu. Z podrobné studie Ernstovy vyplývá, že v kotlíku v borovém porostu (bohužel bez bližších údajů o rozměrech)[8]) je v profilu půda nejvlhčí ve svrchních vrstvách, směrem dolů vlhkost klesá. Autor vysvětluje tento fakt odvodem půdní vody z kotlíku do mnohem sušších vrstev pod sousedním porostem. Odvod, pod nímž Ernst rozumí patrně vliv kořenového odsávání a přemisťování vlivem sil kapilárních, je patrný v okrajových částech kotlíku jen při povrchu, ve spodnějších vrstvách i uprostřed.

Na zvýšenou půdní vlhkost, dostavující se na omezené ploše kotlíku po odstranění starého porostu, upozornili někteří pozorovatelé také podle vegetace, a to jednak podle reakce rostlin již na místě rostoucích nebo podle nově se usazujících druhů (Wild 1925 a j., u nás Slavík - Slavíková - Jeník 1957).

Wiedemann (1927) věnoval pozornost často se vyskytující vyprahlosti vnitřního porostního lemu na severní straně kotlíku a ekologickým a pěstebním důsledkům z toho plynoucím. O tom, že mikroklimatické vlastnosti severní strany kotlíku se rozprostírají do porostu za hranici kotlíku, psal ostatně na základě měření půdních teplot již Bühler (1918/27). Wiedemann podle svých šetření o biometrických ukazatelích kultury na dřívějších severních lemech kotlíků považuje pro většinu stanovištních podmínek poměry v těchto lemech za krajně nepříznivé následkem současného účinku starého porostu (odsávání půdní vláhy) a podslunění (zesílený výpar z půdy, transpirace kultur). Na chudších stanovištích nebo tam, kde lem zůstával dlouho na stejném místě (pomalé rozšiřování kotlíku), mohou vzniknout podle jeho zjištění škody nenapravitelné; kotlíková seč pak může přinést více škody než užitku, neboť poškozená plocha se rovná nebo i předčí plochu k obnově příhodnou.

Názor Wiedemannův, že kotlíky jsou nejvhodnější pro bohatá, vlhkostně velmi příznivá stanoviště, není však všeobecně přijat. Tak na příklad u nás Mařan (1944, 1948) — diskutuje starší výzkumné práce, týkající se vodního režimu v kotlících — doporučil vzhledem k příznivému utváření vodních poměrů v půdě používat kotlíky zejména v suchých oblastech a na vysýchavých půdách, jak to lesnická praxe u nás všeobecně přijala. Krasnov (1941) v SSSR zjišťoval přímým měřením vláhové poměry ve světlinách borových porostů na vysýchavé písečné půdě ve vysloveně suchém klimatu. Jím zjištěné rozdíly mezi porostem a světlinou jsou sice ve prospěch poslední, avšak jsou nepatrné a nelze je bez dalšího považovat za průkazné. Je ovšem třeba přiznat, že exaktních výzkumů půdní vláhy, zaměřených přímo k otázce zhoršení půdních poměrů na výslunných vnějších i vnitřních lemech porostů, je velmi málo (viz Heinrich 1936).

Po druhé světové válce se zabývali půdní vlhkostí v kotlících v Polsku Graniczny (1952), u nás Slavík (1956), a Slavík - Slavíková - Jeník (1957). Všichni používali elektrometrické metody sádrových hranolků a měřili převážně v severojižní ose kotlíků. Graniczny dospěl k názoru, že kotlík je ve srovnání s porostem vlhčí, vyjímajíc případy extrémního sucha.

Slavík provedl velmi podrobné studie, zaměřené zejména na otázku odsávání půdní vody z okrajových částí kotlíku okolním porostem. Na tuto věc bylo poukazováno zejména pěstební praxí a praxe také již dlouho používala k odstranění tohoto nežádoucího vlivu porostu příkopků, které přetínaly kořeny vedoucí do kotlíku. Tuto otázku podrobně zkoumal jedině Ernst (l. c.). Z dat Slavíkových, získaných na středně podzolované sprašové hlíně, plyne velice pronikavý vliv tohoto odsávání, které dokonce zcela stírá opačný vliv okapu srážek s korun okrajových stromů. Jeho měření ukazují, že nejvlhčí je střed kotlíku, kde je hodnota vlhkosti pokud jde o kvantitu také značně stálá; oba okraje, severní i jižní, jsou suché, při čemž rozdíly mezi nimi, ač jsou zde zásadní mikroklimatické rozdíly ovzduší, nejsou zvlášť pronikavé. Jiný obraz ovšem dostaneme, vyloučíme-li vliv kořenového odsávání, jak to také Slavík jednoduchým

---

[8]) Viz poznámku [5]).

způsobem provedl. Pak teprve dostaneme rozložení vlhkosti na jednotlivých místech, jak se dosud uvádělo (severní část nejsušší, střed nejvlhčí, jih blízký středu).

Autor zjistil také větší půdní vlhkost v kotlíku na rozdíl od volné plochy holoseče, zvlášť významnou v době letního sucha. Tuto skutečnost nelze ovšem zevšeobecňovat, neboť poměr vlhkosti obou míst je závislý na živé i mrtvé půdní pokrývce volné plochy i kotlíku a může se vytvářet různě.

Tak jako v oboru nadzemního mikroklimatu je Slavíkova práce základní i v oboru půdní vlhkosti a budeme mít ještě příležitost v dalším textu se na ni odvolávat.

2.3.3 Diskuse

Dosavadní výzkumy podávají již určitý hrubý obraz o ovzdušném i půdním mikroklimatu kotlíků. Hrubý proto, že problém sám je příliš složitý: na výsledky jednotlivých výzkumů má vliv nejen roční doba a počasí, ale také druh dřevin, struktura porostu, stav půdy, utváření terénu (Geiger 1941).

Z dosavadních výzkumů vyplývá, že mikroklima kotlíku představuje samostatný druh mikroklimatu jak ve smyslu Geigerově (Geiger 1929), tak ve smyslu geografického chápání pojmu podnebí. Při vzniku kotlíku jsou na rozdíl od poměrů v porostu pozměněny klimatogenetické procesy, podmiňující vznik podnebí všech dimensí, totiž bilance záření, bilance vodní a proudění vzduchu. Plocha kotlíku zůstává ovšem pod vlivem porostu; jde tedy mikroklimaticky ne o holou plochu, ale o druh porostního podnebí (viz třídění mikroklimatických situací podle Nováka 1949). Horizontální aktivní povrch je vkleslý většinou hluboko pod úroveň okolí. Je obklopen ze všech stran porostními stěnami, které jej více nebo méně zastiňují před přímým slunečním zářením; mají rovněž značný význam jako svislé diskontinuitní energetické plochy pro režim dlouhovlnného vyzařování (Bolz).

K poznání kotlíkového mikroklimatu přispěly hlavním dílem ty práce, které byly zaměřeny důsledně k postižení exposičních rozdílů. Jak se ukázalo, je mikroklimatická diferenciace plochy kotlíku fysikálně i ekologicky faktem základního významu. Je podmíněna rozličným ozařováním plochy kotlíku přímým slunečním zářením, které určuje dynamiku nejdůležitějších meteorologických prvků v ovzduší a v půdě.

Základní práce o mikroklimatu kotlíků, a to práce Sigmondova, Geigerova, Slavíkova (viz Slavík - Slavíková - Jeník) a nové práce polské (Graniczny) umožňují učinit si základní představu o průměrném rozložení teploty vzduchu a půdy, výparnosti a vlhkosti vzduchu na ploše kotlíku, jakož i o denním chodu, podmíněném měnícím se osluněním. Do jisté míry to platí ještě o vlhkosti svrchní vrstvy půdy, o dešťových srážkách a o světelném požitku. O ostatních prvcích a dějích máme zatím představy velmi neúplné.

Nelze však říci, že by nebylo podstatných mezer ani u výše vyjmenovaných zkoumaných prvků. Kromě dynamiky denní existuje patrně dynamika sezonní (viz materiál Sigmondův), o níž zatím není nic známo. V mnoha případech byly dosavadní práce z praktických důvodů prováděny jen krátkodobě nebo nárazově. Nepříliš početná data sice informují, nedávají však jistotu. Tu lze získat teprve na základě obsáhlého materiálu, prověřeného statistickými metodami, zvláště u místně a časově silně proměnlivých prvků a při průměrných malých rozdílech (ve srovnání s absolutními výkyvy), které nemohou dát jasný obraz skutečnosti bez náležitého statistického zpracování (na příklad srážky).

Mnoho nejasností je i v otázkách týkajících se vodního režimu v kotlících. Z dosud získaných poznatků je možno odvodit, že kotlíky mají na rozdíl od porostu mnohem větší množství srážek; podle Geigera může toto množství v kotlících střední velikosti přesáhnout množství srážek ve volném terénu. Slavík však takové zvýšení nezjistil a v generalisačních závěrech s ním u kotlíku ani nepočítá. Zachytil však nerovnoměrnost v rozdělení srážek na ploše kotlíku, kterou přičítá vlivu proudění vzduchu; podobně jako Geiger přičítá větru rozdíly, zjištěné mezi středem kotlíku a volnou plochou. I když se domněnka Geigerova jeví pravděpodobnou, k jejímu potvrzení zatím pozorováním získaný materiál nedostačuje.

O půdní vlhkosti lze usuzovat, že její rozdělení na ploše závisí kromě srážek jednak na slunečním záření (prostřednictvím výparu a teploty půdy), jednak na odsávání vody okrajovými stromy porostu. Exaktních měření půdní vlhkosti je však velmi málo, zejména takových, které by byly zaměřeny k postižení důležitých exposičních rozdílů a vlivu porostu. Obsáhlejší materiál přináší zatím jen práce Slavík - Sla-

víková - Jeník, pozoruhodná zejména proto, že zachycuje velmi značný vliv odsávání půdní vody kořeny okolního porostu. Podle publikovaných dat přesahuje tento vliv působení ostatních činitelů (rozložení srážek, oslunění), a to do té míry, že rozdíly ve vlhkosti mezi nejvýraznějšími místy v kotlíku (NNW - SSE) nejsou prakticky žádné, zejména přihlédneme-li k přesnosti měření. Tak pronikavý vliv nebyl dosud jinými autory zjištěn (Ernst).

Je zřejmé, že v oboru výzkumu kotlíkového mikroklimatu je třeba snést ještě mnoho materiálu z nejrůznějších podmínek, abychom dospěli ke spolehlivým a všeobecně platným poznatkům. Lesnickou praxi zajímá kromě konkrétních dat o jednotlivých mikroklimatických elementech hlavně jedna otázka: velikost kotlíků, po případě jejich tvar. K zodpovědění této otázky musí přispět lesnická mikroklimatologie.

Při této příležitosti můžeme se znovu vrátit k problému, nadhozenému v literatuře (u nás např. Slavík): k zaměření, metodice práce. Vrátit proto, abychom dokumentovali thesi tam vyslovenou, že nelze všeobecně podporovat to či ono (konkrétně biologické a fysikální) zaměření, že mikroklimatologie je oborem, v němž se mohou stýkat nejrůznější směry a vzájemně plodně působit na sebe i na výsledky práce (viz také Geiger 1950):

Peřinova práce, zachycující pokusné plochy v oblasti Bědovice, přinesla pro praxi cenné poznatky metodami vysloveně ekologickými. Tyto metody odpovídají na otázku jak reagují mladé lesní dřeviny na změny faktorů ovzdušného a půdního prostředí. Naše práce, opírající se o metody aplikované mikroklimatologie, snaží se zjistit příčiny ekologických závěrů ve sféře rozhodujících stanovištních faktorů, odpovědět na otázku proč a usnadnit tak podloženou generalisaci poznatků.

3 MÍSTO VÝZKUMU

3.1 Všeobecný popis lokality

Ve spolupráci s výzkumnou skupinou pěstování lesů a Pokusným lesním závodem v Opočně byla k provádění pěstebních a mikroklimatologických výzkumných prací založena Pokusná plocha Výzkumného ústavu lesního hospodářství (VÚLH) v Bědovicích. Pokusná plocha je v polesí Bědovice, v lesním komplexu Bory ($\lambda = 16^0 01' 50''$ východně Greenw., $\varphi = 50^0 11' 47''$; nadmořská výška 250—263 m).

Pokusná plocha leží na pravobřežních terasách řeky Orlice, které tvoří souvislý komplex pokryvného útvaru pleistocenních štěrkopísků. Materiálem je štěrkopísek jemnějšího zrna, který se nepravidelně střídá s vrstvami písků různé mocnosti a textury. Spodní terasy jsou vlhké až zamokřené, s kyselými slatinami, neboť podloží tvoří svrchnokřídové slíny turonského stáří, pro vodu nepropustné. Pokusná plocha leží na nejvyšší terase, kde je mocnost pokryvu nejméně 8 m (podle odkryvu v nedaleké pískovně); vyšší terasy jsou tedy mimo vliv podzemní vody. Na nejvyšší terase, zejména na jejím severním okraji, vyskytují se porůznu typické váté písky (Hokr - Ložek 1952).

Půdy vyšších teras jsou vysychavé, minerálně velmi chudé. Lze je označit jako velmi slabě hlinité písky až čisté písky. Obvykle jsou hluboké, v hloubce pod 1 m nacházíme primární ortštejny. Geneticky jde o mírně až středně podzolované půdy. Vlivem nedostatku rozpustných látek v půdě bývá však členění půdního profilu jen málo výrazné. Horizonty B jsou často jen naznačeny hnědými proužky nebo limonitovými konkrecemi (Mikyška 1956). Charakteru půdy odpovídá i rozložení kořání dřevin, které je vyvinuto horizontálně s hlavní hmotou do hloubky jen 20 cm (Peřina - Jeník - Slavík 1954).

Pokusná plocha leží v oblasti, která geograficky tvoří přechod mezi nížinou Polabí a podhůřím Orlických hor. Tento přechodný ráz se uplatňuje i v oblastním podnebí; projevuje se postupným poklesem teplot a vzestupem srážek od Hradce Králové směrem k jihovýchodu (viz i Mařan 1952).

Porosty jsou v oblasti Pokusné plochy převážně borové, jak již naznačuje i název lesního celku. Na území teras byla borovice vždy dřevinou převládající, i když stromové patro bývalo patrně druhově bohatší než v dnešních porostech (Mikyška 1956, Peřina 1957).

Místo výzkumu bylo voleno tak, aby vyhovovalo nejdůležitějším požadavkům z hlediska metodického i provozního jak pro pěstební, tak i pro mikroklimatologické práce. Vzhledem k dosavadním názorům a znalostem mikroklimatické a hydropedologické

funkce kotlíků rozhodl se zde pěstební výzkum při zavádění příměsi listnáčů do zmlazovaných borových monokultur pracovat s kotlíkovou sečí. Výzkum mikroklimatologický měl tak pro svoji činnost již připravené pole v prostředí, kde se mikroklimatické elementy v ovzduší i v půdě zvlášť zřetelně projevují svým vlivem na lesní dřeviny.

3.2 Poměry podnební

Při rozsáhlých mikroklimatologických pracích je především třeba podrobně charakterisovat podnebí oblasti a tak získat basi pro zpracování mikroklimatologických měření.

Pro velké technické obtíže, spojené s prováděním dlouhodobého mikroklimatologického měření, jsme dosud ve většině případů odkázáni na krátkodobé, nárazové výzkumy (ambulantní měření, Uhlíř 1949), jimiž se snažíme odkrýt hlavní zákonitosti vzniku mikroklimatu určité lokality, nebo zachytit extrémy. Tato měření provádíme většinou jen za takové povětrnosti, kdy jsou dány podmínky pro vznik výrazného, samostatného mikroklimatu. Pro naznačený účel je třeba poznat povětrnostní charakteristiku období výzkumných prací. Kromě toho však, chceme-li blíže poznat vlastní mikroklimatickou charakteristiku lokality, je velmi žádoucí vyzkoumat celkový povětrnostní režim v dané oblasti, četnost různých povětrnostních situací a jejich chod během roku (Sapožnikova 1950). Jen tak můžeme usuzovat na celkový mikroklimatický režim daného místa, tedy získat názor o skutečném mikroklimatu, aniž bychom ustrnuli na výsledcích několika měření za situací, které pro něj mohou být třeba i bezvýznamné. Rozborem povětrnostních situací získáme přehled o podmínkách vzniku různých forem mikrosituací, jejichž režim pak skládá vlastní mikroklima.

Podrobná charakteristika podnebí oblasti poslouží konečně i potřebám pěstování lesů, které v okrsku borových porostů na štěrkopískových suchých terasách naráží na mnoho problémů ekologického charakteru, k jejichž řešení je nezbytně třeba znalosti klimatu.

3.2.1 Podnebí oblastní

a) Všeobecně

Jak už bylo řečeno, leží pokusná plocha v geograficky i klimaticky přechodné oblasti. Tak na příklad zatím co Nový Hradec Králové vykazuje index vlhka podle Thornthwaita I_m — 0,6 a náleží tudíž do nížinného klimatu sucho-subhumidního (C_1), Albrechtice u Týniště nad Orlicí mají již index 9,1 a Kostelec nad Orlicí 14,2; patří již do vlhčího klimatu vlhko-subhumidního (C_2).[9])

Podle klimatologického průzkumu Hlaváčova[10]) i podle našich poznatků můžeme však oblastní klimatickou charakteristiku Borů posuzovat ještě podle dat meteorologické stanice (od roku 1952 Bioklimatologická observatoř HMÚ) v Novém Hradci Králové, položené 13 km na západ od Pokusné plochy Bědovice ($\lambda = 15^0 50'$ vých. Greenw., $\varphi = 50^0 11'$, nadmořská výška 276 m). Možné rozdíly mezi oběma místy uvnitř oblastního klimatu jsou malé a kromě srážek prakticky nevýznamné. U srážek se tu totiž mohou již projevovat vlivy vzdáleného návětří Orlických hor (viz Rein 1954 a 1955). Na základě materiálu zpracovaného Hlaváčem lze usoudit, že stanice Nový Hradec Králové je pro posouzení klimatu zvolené oblasti reprezentativní. Možné rozdíly nepřekračují pravděpodobnou chybu, která by vznikla přepočtem tříleté řady místního měření stanice Pokusné plochy na řadu delší, nebo novým odvozením dat. To platí tím spíše, když — jak bude později ukázáno — meteorologická stanice Pokusné plochy leží v území s vyvinutým lokálním podnebím, takže z jejích dat (v oboru některých prvků) nelze dobře usuzovat na klima oblastní.

Normály (období 1876—1950) pro teplotu vzduchu a srážky pro Nový Hradec Králové (podle Hlaváče l. c.) ukazuje tato tabulka:

---

[9]) Vypočetl J. Brablec, HMÚ Praha.

[10]) V. Hlaváč: Klimatografický průzkum kraje Hradec Králové; elaborát na KNV Hradec Králové.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
°C	—2,5	—1,0	2,1	7,4	12,6	16,0	17,4	16,8	13,5	8,4	3,2	—0,8
mm	39	30	36	42	59	69	82	69	49	46	42	43

	Zima	Léto	Rok
°C	—1,4	16,7	7,8
mm	112	220	606

Pro potřeby našeho výzkumu přihlédlo se podrobně pouze k úseku dvaceti let (1936—1955). Materiál jsme zpracovali metodami elementové i komplexní klimatologie, a to na statistických strojích.

Výsledky klimatologického zpracování a rozbor metodiky, které by se již vymykaly z předložené práce, jsou podrobně uvedeny na jiném místě (Krečmer 1958 a). Zde uvádíme pouze hlavní data (tab. I).

b) Podmínky pro vznik samostatného mikroklimatu

Mikroklima se v nějaké své formě projevuje vždy, za jakékoliv povětrnosti; často používané rčení, že mikroklima je klima pěkného počasí, není docela přesné. Vždyť i za silného větru a zamračené oblohy vzniká přízemní mikroklima, charakterisované při nejmenším změnami v rychlosti větru a dynamické turbulenci vůbec. Ovšem za pěkného počasí, přesněji za počasí s nerušenými pochody radiačními, tvoří se mikroklima nejvýraznější, mikroklima v ploše i v prostoru nejvíce diferencované, a také co nejúžeji spjaté s klimatogenetickými činiteli místa, tedy mikroklima samostatné. Flohn (1954) takovou povětrnostní situaci, vedoucí ke vzniku samostatných mikroklimat, nazývá situací autochtonní.

Průměrné měsíční a roční hodnoty klimatických

	I	II	III	IV	V
průměrná teplota vzduchu ° C	— 2,8	— 1,0	3,0	8,3	13,1
nejvyšší průměrná teplota vzduchu ° C	2,4	2,3	7,0	11,7	16,8
nejnižší průměrná teplota vzduchu ° C	— 10,5	— 6,9	— 0,2	4,7	9,7
amplituda ° C	12,9	9,2	7,2	7,0	7,1
průměrná maxima ° C	0,3	2,7	8,1	14,3	19,5
průměrná minima ° C	— 6,3	— 4,6	— 1,7	2,8	7,0
úhrn srážek v průměru mm	41	37	32	37	73
počet dní se sněhovou pokrývkou 1 cm a více	18,1	14,9	7,2	0,1	—
průměrná oblačnost v 7 hodin	7,8	7,8	6,5	6,1	5,9
průměrná oblačnost ve 14 hodin	7,6	7,3	6,2	6,2	6,1
průměrná oblačnost v 21 hodin	6,9	6,7	5,4	5,0	5,5
průměrná oblačnost denní	7,4	7,2	6,0	5,8	5,8
průměrná oblačnost noční	7,3	7,2	5,9	5,6	5,7
průměrný svit slunce (v hod.)	48,4	69,2	140,7	189,0	239,0
průměrný svit slunce v % astronomicky možné doby	17,9	24,2	38,0	46,1	50,5
počet dní s vichřicí 6 Bf a více	2,2	1,6	1,9	1,8	1,2

Výrazně utvářené mikroklima nás zajímá ze dvou hledisek: především tím, že usnadňuje výzkum zákonitostí fysikálního uspořádání ovzduší v mezích ovzdušné mikrosféry a tím, že má pro rostlinný svět zvlášť velký význam, i když se vyvíjí jen dočasně a rozdíly se brzy více nebo méně vyrovnají. Prvky, které vyvolávají většinu pochodů vedoucích ke vzniku samostatného mikroklimatu — jsou to prvky z bilance energetické — mají zvlášť velký biologický význam. To zejména proto, že v mikroklimatu mohou nabýt kritických hranic (na příklad teplota, intensita světla) nebo proto, že usměrňují jiné prvky a jejich soubory (na příklad stanovištní vlhkost). Přehled klimatu oblasti našeho výzkumu, spočívající na metodách elementové nebo povšechné komplexní klimatologie (viz Krečmer l. c.), nedává náležitou představu o možnostech vzniku samostatného mikroklimatu.

V klasickém pojetí je podnebí chápáno jako stav; pro mikroklimatologii je to tedy pojetí nevhodné, neboť nic není protichůdnějšího než představa mikroklimatu jako statického průměrného stavu. Mnohem bližší je novější chápání podnebí jako režimu počasí; v tomto pojmu je zahrnuta i četnost i posloupnost, zkrátka dynamika povětrnostních dějů.

Zůstává ovšem stále ještě otevřena otázka, v jaké formě toto nové klimatologické hledisko uplatňovat, zvláště s přihlédnutím k naší problematice. Dynamická klimatologie volí většinou třídění povětrnostních situací podle vzduchových mas. Flohn (1954) klade na příklad důraz na situace anticyklonální, které většinou představují autochtonní povětrnost, vytvářející lokální klimatické rozdíly.

Domníváme se však, že při výzkumu mikroklimatu není zcela vyhovující opírat se pouze o synoptickou situaci. Táž situace může mít v mikroklimatu a konečně i v místním podnebí různý charakter, autochtonní či allochtonní. Vystihuje to pěkně Čubukov (1949), když mluví o možných rozdílech mezi „synoptickým" a „místním" počasím. Jsme si ovšem vědomi, že z hlediska dynamické makroklimatologie postupujeme k problému s opačné strany. Dynamická makroklimatologie musí již z hlediska fysikální logiky uvažovat nejprve o vlastních řídicích procesech velkopočasí, jimiž je rozestavení tlakových útvarů a atmosférická cirkulace. Bioklimatologa zaujmou v mikroklimatu především konkrétní projevy oněch všeobecných pochodů v atmosféře

prvků (Nový Hradec Králové 1936 až 1955) Tabulka I

VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
16,5	18,1	17,7	14,2	8,3	3,6	— 0,7	8,20
18,6	20,1	20,2	18,3	11,2	6,4	2,3	9,3
14,3	15,7	14,7	11,2	5,2	1,3	— 5,6	6,0
4,3	4,4	5,5	7,1	6,0	5,1	7,9	3,3
22,9	24,5	24,7	20,6	13,6	6,5	2,0	13,32
10,4	12,3	11,7	8,7	3,6	0,6	— 3,2	3,43
74	93	72	50	42	46	40	637
—	—	—	—	0,2	1,3	9,4	51,40
5,7	5,7	5,4	5,8	6,6	8,4	7,9	6,62
6,1	6,0	5,7	5,5	6,1	8,1	7,6	6,54
5,7	5,5	4,9	4,5	5,1	7,6	7,2	5,82
5,8	5,7	5,3	5,2	6,0	8,0	7,6	6,33
5,7	5,6	5,2	5,1	5,8	8,0	7,5	6,22
241,5	248,6	235,0	187,2	124,6	43,2	38,7	1804,2
49,2	50,6	52,9	49,2	36,8	15,7	14,7	37,2
0,5	0,9	0,4	0,8	0,7	1,1	1,2	14,85

Četnost typů počasí významných pro vznik mikroklimatu (1936 až 1955) Tabulka II

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1. typ Zvlášť příznivé radiační počasí	bezmrazové	—	0,05	0,65	1,95	3,20	3,45	3,40	4,75	5,10	2,70	0,15	—
	přechodné	0,10	1,05	2,55	1,15	0,15	—	—	—	0,10	1,20	0,45	0,50
	mrazové	0,95	0,30	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60
		1,05	1,40	3,30	3,10	3,35	3,45	3,40	4,75	5,20	3,90	0,60	1,10
2. typ Příznivé radiační počasí	bezmrazové	—	—	0,30	1,40	1,80	2,05	2,05	2,60	2,75	1,25	0,20	0,10
	přechodné	0,05	0,40	0,65	0,45	0,05	—	—	—	0,05	0,30	0,35	0,10
	mrazové	0,35	0,05	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10
		0,40	0,45	1,00	1,85	1,85	2,05	2,05	2,60	2,80	1,55	0,55	0,30
3. typ Převážně vzařovací počasí	bezmrazové	—	—	0,25	1,10	1,30	1,15	1,70	2,25	1,20	0,55	0,20	0,05
	přechodné	0,65	1,00	1,45	0,70	0,30	—	—	—	0,05	0,45	0,55	0,70
	mrazové	0,50	0,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,20
		1,15	1,30	1,70	1,80	1,60	1,15	1,70	2,25	1,25	1,00	0,75	0,95
4. typ Převážně vyzařovací počasí	bezmrazové	0,10	0,25	1,00	2,35	3,05	2,75	3,25	3,40	2,70	3,05	0,95	0,70
	přechodné	1,00	1,10	1,30	0,75	0,15	—	—	—	—	0,30	0,90	0,95
	mrazové	0,65	0,55	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	0,55
		1,75	1,90	2,40	3,10	3,20	2,75	3,25	3,40	2,70	3,35	1,85	2,20
5. typ Mírně rušené radiační počasí	bezmrazové	0,05	—	0,75	1,60	2,40	2,00	2,25	2,20	2,30	1,50	0,25	0,20
	přechodné	0,35	0,25	1,50	0,35	0,05	—	—	—	—	0,55	0,35	0,45
	mrazové	0,55	0,40	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	0,65
		0,95	0,65	2,40	1,95	2,45	2,00	2,25	2,20	2,30	2,05	0,60	1,30
6. typ Silně rušené radiační počasí	bezmrazové	1,10	0,95	2,40	5,70	6,70	6,70	7,25	5,55	5,10	4,80	2,15	1,15
	přechodné	2,55	2,90	4,00	1,25	0,30	—	—	—	—	0,70	1,05	2,30
	mrazové	2,75	1,55	0,10	—	—	—	—	—	—	—	0,10	1,45
		6,40	5,40	6,50	6,95	7,00	6,70	7,25	5,55	5,10	5,50	3,30	4,90
7. typ Silně oblačné až zatažené počasí	bezmrazové	0,90	0,95	1,00	3,00	3,40	3,15	2,50	2,95	3,30	4,30	5,75	2,35
	přechodné	2,60	2,15	2,50	0,55	0,05	—	—	—	—	0,90	3,10	4,05
	mrazové	3,20	1,80	0,20	—	—	—	—	—	—	—	0,35	2,45
		6,70	4,90	3,70	3,55	3,45	3,15	2,50	2,95	3,30	5,20	9,20	8,85
8. typ Srážkové počasí	bezmrazové	2,60	3,90	4,10	6,50	7,90	8,75	8,60	7,30	7,35	7,75	9,10	4,25
	přechodné	5,45	6,25	5,15	1,20	0,25	—	—	—	—	0,70	4,00	5,45
	mrazové	4,45	2,10	0,30	—	—	—	—	—	—	—	0,05	1,70
		12,50	12,25	9,55	7,70	8,15	8,75	8,60	7,30	7,35	8,45	13,15	11,40

na daném, úzce vymezeném místě. Považujeme proto za výhodné použít k posouzení klimatického režimu oblasti principů komplexní klimatologie.

Je v podstatě komplexně-klimatologické metody, že — vycházejíc z konkretních hodnot pozorovaných meteorologických prvků — může libovolně uspořádat jejich gradaci jako kritérium k rozdělení počasí na typy a třídy, přihlížejíc při tom k účelu práce. Způsob práce může být tedy v komplexní klimatologii rozličný. Metoda, jíž použil u nás podle Čubukova Petrovič (1954), není pro potřeby aplikované klimatologie universální, neboť typy a třídy počasí jsou sestaveny z poněkud jiných hledisek.

Systém, zvolený námi ke komplexně-klimatologickému rozboru (viz Krečmer 1958 a), umožňuje jakékoliv další obměny v třídění klimatologického materiálu, zachyceného na děrných štítcích.

K bližšímu poznání podmínek vhodných i nevhodných pro vznik samostatného mikroklimatu jsme stanovili nově zvláštní typy počasí, využívajíce tak možností, jež princip komplexně-klimatologické metody poskytuje.

Vzhledem k účelu tohoto rozboru byla především kriteria tříd počasí rozmnožena o sluneční svit. Z praktických důvodů byla vzata skutečná doba svitu slunce, vyjádřená v procentech doby astronomicky možné. Byla by možná námitka, že poměry svitu charakterisují již poměry oblačnosti. Avšak vzhledem k tomu, že na našich stanicích je udáváno pokrytí oblohy všemi druhy oblaků bez rozlišování výšky nebo druhu a průsvitnosti, mohou se dny se stejnou oblačností zásadně lišit svojí bioklimatickou hodnotou a podmínkami pro vznik výrazných mikroklimat (srovnej na příklad den s vysokou oblačností řasových oblak se dnem s pokrývkou stratu). V tom spatřujeme dosti nepříjemný nedostatek (z hlediska bioklimatologického) původní komplexně-klimatické metody.

V obecném komplexně-klimatickém třídění se za den beze srážek považuje takový, když srážky buď skutečně nespadly, nebo když jejich množství za 24 hodin nepřekračuje 0,5 mm. Je to ustanovení prakticky jistě zcela správné, zejména pro srovnávací klimatologické práce vzhledem k velkým, makroklimaticky neodůvodněným a často chybami způsobeným kolísáním frekvencí nejmenších srážek místo od místa (viz Johannsen 1952). Pro mikroklima je však nutno přihlížet i k drobným srážkám, které jednak téměř vždy znamenají změnu v poměrech radiačních a v každém případě, aspoň krátkodobě, změní vlhkostní poměry se všemi dalšími následky. Proto v tomto třídění považujeme za den beze srážek jen skutečně suché počasí a o srážkách uvažujeme již od hranice 0,0 mm. Vylučujeme ovšem srážky z kondensace na povrchu země (rosa, jíní, jinovatka), které charakter počasí nemění, nýbrž naopak zdůrazňují.

Přihlížejíce k uvedeným zásadám stanovili jsme sedm tříd počasí s ohledem na jejich význam pro vznik samostatného mikroklimatu:

I. Radiační počasí (ve dne i v noci):
a) zvlášť příznivé — zcela jasné; klidné, beze srážek, svit nad 50 % (typ 1);
b) příznivé — dosti jasné; klidné, beze srážek, svit nad 50 % (typ 2).

II. Převážně vzařovací počasí:
přes noc oblačné; klidné, beze srážek, svit nad 50 % (typ 3).

III. Převážně vyzařovací počasí:
přes den oblačné; klidné, beze srážek (typ 4).

IV. Mírně rušené radiační počasí:
zcela jasné a dosti jasné; s větrem, klidné se svitem 50 % a méně, srážky bez větru i s větrem (typ 5).

V. Silně rušené radiační počasí:
přes noc oblačné, přes den oblačné; s větrem, klidné se svitem 50 % a méně u počasí přes noc oblačného, srážky bez větru i s větrem (typ 6).

VI. Silně oblačné až zatažené počasí (po případě se zvratem oblačnosti):
oblačnost v noci a alespoň ve dvou termínech nejméně 6 desetin, beze srážek (typ 7).

VII. Srážkové počasí:
jako za VI, avšak se srážkami (typ 8).

Oblačnost se rozlišuje podle těchto zásad (v desetinách mraky pokryté oblohy):

a) zcela jasné počasí: ve 14 hodin maximálně 4, v 7 a 21 hodin maximálně 3, v noci maximálně 3,5;

b) dosti jasné počasí: v žádném termínu, ani v noci více než 5;

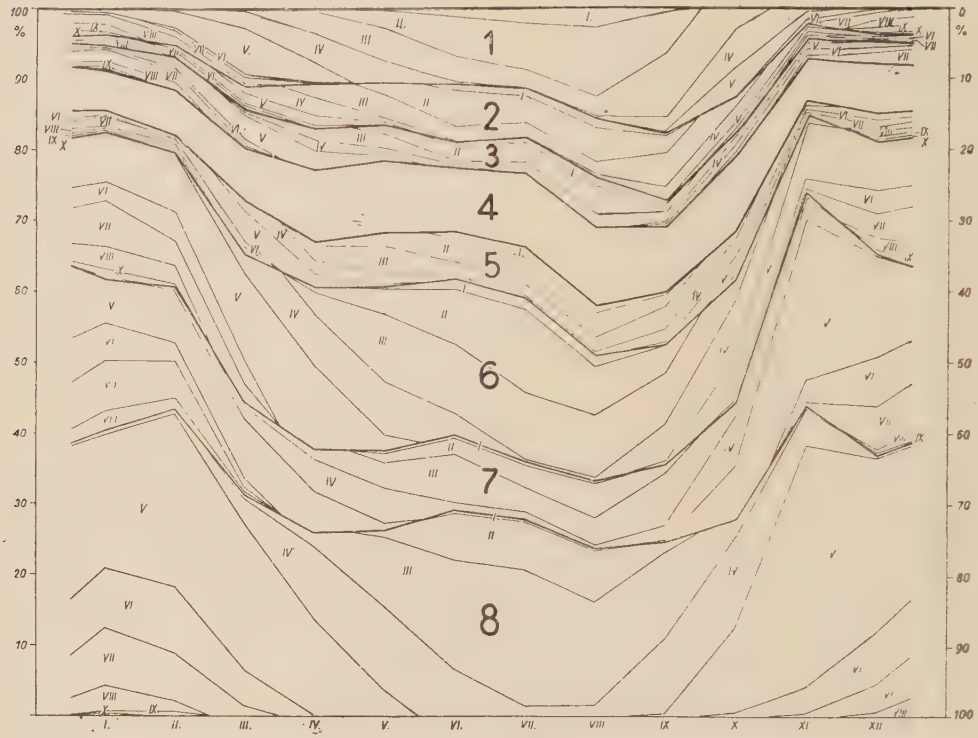
c) počasí přes den oblačné: ve 14 hodin 6 a více, v noci maximálně 5,5;

d) počasí přes noc oblačné: ve 14 hodin maximálně 5, v noci 5,5 a více;

e) počasí silně oblačné až zatažené: ve dvou termínech a v noci nejméně 6.

Ostatní kriteria viz Krečmer, l. c.

Klimatologický materiál zachycený na děrných štítcích byl vytříděn podle výše uvedených kriterií na statistických strojích.[11]) Výsledek je uveden v tabulce (tab. II), kde kromě dat pro jednotlivé třídy počasí v celku je uvnitř tříd zachyceno rozdělení vy-



Graf 1. Roční chod typů počasí příznivých a nepříznivých pro vznik samostatného mikroklimatu. Sestaveno podle dat stanice Nový Hradec Králové 1936—1955.

(Relativní četnosti.)

1 - zvlášť příznivé radiační počasí;
2 - příznivé radiační počasí;
3 - převážně vzařovací počasí;
4 - převážně vyzařovací počasí;
5 - mírně rušené radiační počasí;
6 - silně rušené radiační počasí;
7 - silně oblačné až zatažené počasí;
8 - srážkové počasí.

V těchto třídách typů počasí je rozveden chod počasí podle průměrné denní teploty vzduchu:

I - horké ($\geq$ 22,5^0 C);
II - teplé (17,5—22,4^0 C);
III - mírné (12,5—17,4 ^{0} C);
IV - chladné (7,5—12,4^0 C);
V - studené (0,0—7,4^0 C);
VI - slabě mrazivé (—0,1 až —2,4^0 C);
VII - mírně mrazivé (—2,5 až —7,4^0 C);
VIII - značně mrazivé (—7,5 až —12,4^0 C);
IX - silně mrazivé (—12,5 až —17,4^0 C);
X - krutě mrazivé ($\leq$ —17,5^0 C).

[11]) Použitím metody, která umožnila práci na statistických strojích, zkrátila se pracovní doba, nutná k typologickému rozboru, o 71 %, proti té, jak ji uvádí Petrovič (1954).

skytnuvších se případů podle teploty na období bezmrazové, přechodné (minimální teplota klesla pod 0^0 C) a mrazové (i maximum pod 0^0 C). Relativní četnosti výskytu typů počasí významných a bezvýznamných pro vznik výrazného mikroklimatu spolu s chodem typů počasí podle průměrné denní teploty jsou zachyceny v ročním průběhu v grafu 1.

Radiační počasí s maximálním vlivem na vznik samostatného mikroklimatu vykazuje nejmenší frekvenci v listopadu. Pak četnost výskytu roste zejména na jaře v březnu a dubnu, načež po celkem vyrovnaném chodu v letních měsících dosahuje maxima v pozdním létě a časném podzimu (srpen 7,4 dne, září 8,0 dnů): říjen je v tomto případě příznivější než duben (5,0 dnů proti 5,4 dne), zejména má více počasí zvlášť příznivého (3,0 dny v dubnu proti 3,9 dne v říjnu), soustředěného větší měrou do období bezmrazového.

Kromě hledisek oblačnosti, větru, délky svitu slunce a srážek je velmi důležité posoudit také intensitu energetických pochodů, rozhodujících o výraznosti mikroklimatu. Přes to, že září má nejdelší dobu průměrného trvání příznivých podmínek k vytvoření samostatného mikroklimatu, výrazné mikroklima vzniká spíše v červnu až srpnu; jak je to patrno — při nedostatku vhodnějších kriterií — z rozdělení teploty (viz graf 1).

Teplotně nejpestřejší je radiační počasí v zimě a na jaře: v březnu kolísají průměrné denní teploty od rozmezí 15^0 C[12]) až do rozmezí okolo -10^0 C, v prosinci od rozmezí okolo 5^0 C až k teplotám pod $-17{,}5^0$ C. I když v průměru je teplejší červenec, přece jen četnost horkých dnů (s průměrnou teplotou nad $22{,}5^0$ C) přesahuje hranice klimatické významnosti jedině v srpnu, kdy činí 1,3 dne; ostatně téměř každý druhý rok je v průměru teplejší srpen. Červenec je měsíc teplotně nejvyrovnanější; pouze v červenci neklesá průměrná denní teplota pod $12{,}5^0$ C, zatím co v srpnu se to již — byť velmi zřídka — stává. To ovšem platí pouze pro počasí se silným vzařováním. Oblačnost znamená v roční době s převažujícím vzařováním ochlazení, v roční době s převládajícím vyzařováním naopak oteplení. Červenec má za radiačního počasí asi 25 % dnů s teplotami 12,5—$17{,}4^0$ C, za počasí silně oblačného až zataženého již 37 %, za srážkového dokonce 67 %. Leden má za radiačního počasí asi 45 % dní s teplotami $-7{,}5$ až $-12{,}4^0$ C, za počasí silně oblačného až zataženého pouze 12 %, při srážkách 10 %. Za radiačního počasí je zcela bez mrazu období od června do srpna, při čemž škodlivé pozdní přímrazky přicházejí na jaře nejčastěji za počasí převážně vzařovacího a za silně rušeného radiačního počasí, relativně nejvíce v prvém případě; ranní mráz nastává v 19 % případů tohoto počasí, u jiných tříd počasí od 1,5 do 5 %; nevyskytl se při srážkovém počasí.

Počasí převážně vzařovací s vyjasněním přes den a oblačným v noci vykazuje podobný chod a jde-li nám o mikroklima období vzařovacího, můžeme je přiřadit k předcházející třídě počasí. Absolutní zastoupení této třídy je malé; od března do října je třídou nejméně častou, v ostatních měsících je jí mírně rušené radiační počasí. Výskyt tohoto druhu počasí znamená větší pravděpodobnost nižších průměrných denních teplot na rozdíl od počasí radiačního, kromě prosince a ledna, kdy je toto počasí teplejší. Na tento ráz soudíme podle délky období (v procentech), jež v té které třídě zabírají jednotlivé teplotní typy. Nejchladnější dny jarních měsíců a podzimního listopadu náležejí však také — dík intensivnímu nočnímu vychládání — do počasí radiačního.

V souhrnu zabírají obě uvedené třídy počasí ve vegetační době od dubna do října okolo 22 %, čili asi pětinu doby. V srpnu a v září stoupá tento časový úsek téměř na třetinu, zatím co v pozdním podzimu a v zimě kolísá jen mezi 6—11 %. Po celou vegetační dobu jsou tedy podmínky pro vznik samostatného mikroklimatu v denní době pozoruhodně vyrovnané (rozkyv mezi měsíci činí nejvýše 2 %), kromě srpna a září s optimálními klimatogenetickými poměry z našeho hlediska.

Počasí převážně vyzařovací s jasnými nocemi a zvýšenou oblačností přes den je nejčastější v srpnu a v říjnu, nejřidší v lednu. Bližší rozbor vztahu na příklad k pozdním mrazům není bohužel možný, protože noční oblačnost byla podle praktiky Čubukovovy počítána ke dni předcházejícímu; dělo se tak pro obecný komplexně-klimatický rozbor, srovnatelný s prací Petrovičovou (1954).

Mírně rušené radiační počasí je, jak již bylo řečeno, poměrně málo zastoupeno zejména v zimních měsících a v pozdním podzimu. Nejméně se vyskytuje v listopadu a v únoru, kdy nedosahuje — z hlediska klimatického — hranice významnosti. Od března až do října kolísá průměrná frekvence mezi 2,4 a 2,0 dne s maximem v květnu.

---

[12]) Rozmezím rozuměj střed 5^0 frekvenční třídy průměrné denní teploty. Teplota okolo rozmezí 15^0 C znamená tedy průměrné denní teploty od 12,5 do $17{,}4^0$ C.

Proti třídám počasí nerušeného má relativně méně zastoupeny teplotní typy na jaře a v létě (kromě července) nejteplejší, v druhé polovině zimy a na jaře nejchladnější; projevuje se tu tedy již jisté vyrovnání výkyvů.

Silně rušené radiační počasí vyskytuje se nejhojněji v deštivém červenci, v sekundárním maximu také v cirkulačně proměnlivých měsících jarních (duben a květen). Nejméně se objevuje v listopadu, kdy naprosto převládá pošmourné počasí (v celku ve třech čtvrtinách měsíce).

Silně oblačné až zatažené počasí beze srážek má nejmenší frekvenci v červenci (kdy za velké oblačnosti většinou prší), největší v listopadu.

Srážkové počasí s velkou oblačností vykazuje největší výskyt v listopadu a v únoru, nejmenší v srpnu a v září s podružným minimem v dubnu, kdy jsou časté srážky při proměnlivé oblačnosti. Z letních měsíců a vegetační doby vůbec má červen největší frekvenci této třídy počasí.

3.2.2 Podnebí místní

Paralelní měření na stanici Nový Hradec Králové, jejichž dat jsme použili k charakteristice podnebí oblasti, a na stanici v Bědovicích od roku 1954 umožňuje učinit jisté závěry o rozdílech mezi oběma místy.

Srovnáme-li údaje z obou stanic, zjistíme u stanice Pokusné plochy v Bědovicích na první pohled nižší průměrné teploty, nižší průměrná minima a vyšší srážky.

Rozdíly ve srážkách, dosahující až 10 % roční sumy ve prospěch Bědovic, můžeme oprávněně připsat z části měnícímu se klimatu na přechodu mezi nížinou Polabí a podhůřím Orlických hor, z části běžné plošné nehomogenitě srážek.

Rozdíly v jiných klimatických prvcích — kromě teploty — jsou malé a nemají zvláštní význam (viz dále v tabulce na příklad oblačnost). Určité rozdíly větrné růžice vyplývají z toho, že stanice Nový Hradec Králové jeví nápadný nedostatek větrů z podružných světových stran při 16dílném rozdělení obzoru. Sluneční svit je v Bědovicích kratší vlivem většího zaclonění obzoru na rozdíl od téměř volného obzoru heliografu observatoře hradecké.

Rozdíly charakterizují data z roku 1955:

1955	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
						Úhrn srážek (mm)						
N. H. K.	34,5	33,2	21,1	21,5	68,5	34,8	136,3	64,1	35,9	19,8	12,3	67,0
Bědovice	36,6	43,1	30,6	31,0	79,4	60,5	156,6	59,4	39,7	14,7	14,5	61,7
						Oblačnost						
N. H. K.	8,0	7,0	6,6	6,7	6,5	6,2	6,6	6,2	5,7	6,1	8,4	7,7
Bědovice	8,0	7,0	6,7	6,9	6,9	6,6	6,6	6,8	6,6	6,7	8,3	8,0
						Svit v procentech astr. možné doby						
N. H. K.	21,6	29,6	34,4	37,9	48,8	45,0	40,6	48,4	45,8	39,4	9,8	17,5
Bědovice	12,5	21,5	24,0	27,9	38,2	38,3	27,8	34,1	34,0	30,1	4,8	4,5

Rozdíl v teplotě je příliš velký (i ve srovnání s jinými okolními stanicemi), než aby mohl být vysvětlen přechodovým rázem klimatu v oblasti. Rozdíl 0,9° C v ročním průměru nelze vysvětlit jinak než tím, že stanice v Bědovicích leží na lokalitě s výrazným místním klimatem. Již geografická poloha stanice na otevřené velké ploše mezi lesy vede k tomuto úsudku; stejně tak i pozorování některých meteorologických a fenologických jevů.

Bližší rozbor ukazuje, že značné rozdíly mezi Novým Hradcem Králové a Bědovicemi existují v minimálních teplotách, zatím co rozdíly v maximech nejsou průkazné. Tento fakt s ohledem na známou vázanost teplotních minim na místní podmínky svědčí o výrazném lokálním klimatu. Tak v letech 1954—1955 je v ročních průměrech maximální teploty rozdíl mezi Bědovicemi a Novým Hradcem Králové necelé 0,2° C, zatím co rozdíl v minimech činí —1,3° C (v Bědovicích je chladněji). K ročnímu průběhu možno říci, že rozdíly maxim od pozdního podzimu do časného jara nejsou prakticky žádné: během teplého půlroku je stanice v Bědovicích v maximech o 0,3—0,4° C chladnější. V minimech činí však rozdíl v měsíčních průměrech často 1,5—2,0° C. Absolutní extrémy jsou v minimech v Bědovicích podstatně nižší než v Novém Hradci Králové. Tak v letech 1954—1955 činila frekvence minim v oboru teplot záporných:

°C Měsíce	V Bědovicích I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	V Novém Hradci Králové I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
—0,1 až —4,9	25	14	32	20	5	1	23	15	25	17	1	—
—5,0 až —9,9	12	8	12	5	—	—	19	12	9	—	—	—
—10,0 až —14,9	9	13	2	—	—	—	11	13	4	—	—	—
—15,0 až —19,9	9	6	3	—	—	—	5	9	—	—	—	—
—20,0 až —24,9	4	10	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—

Vidíme zřetelně větší frekvenci nižších teplot v Bědovicích i podstatné rozdíly ve výskytu pozdních mrazů; podobný obraz poskytuje také druhá polovina roku. Z kladných teplot uvedeme frekvenci minim z měsíců bez výskytu mrazu ve dvou metrech nad půdou:

°C Měsíce	V Bědovicích VII.	VIII.	IX.	V Novém Hradci Králové VII.	VIII.	IX.
0,0 až 4,9	—	2	16	—	—	7
5,0 až 9,9	14	26	18	9	9	25
10,0 až 14,9	43	33	23	45	48	23
15,0 až 19,9	5	1	3	8	5	5

Zjišťujeme analogický obraz. Bědovice jsou v minimech i v létě za kladných teplot citelně chladnější.

Za příznivých podmínek radiačních jsou rozdíly podstatně větší, místní klima výraznější. Tak na příklad rozdíly v průměrných minimech (1954/55) mezi Bědovicemi a Novým Hradcem Králové činily (° C):

Ve dnech s oblačností v 7 hod.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Do 3	—3,6	—5,2	—3,6	—1,5	—2,4	—2,4	—1,5	—2,4	—3,2	—1,7	—2,3	(—0,4)
10	+0,2	—0,7	—0,4	—0,6	—0,3	+0,5	—0,1	—0,5	—2,0	—1,9	—0,7	—0,6

Rok: —3,0
—0,2

Charakter závislosti porušují průměrná minima z časného podzimu a z prosince. Velké diference v září a říjnu i při zamračené obloze lze však jednoduše vysvětlit frekvencí ranních mlh po nezamračených nocích v Bědovicích. Při údaji ranní oblačnosti 10 bývá pak nízké minimum, které se ve skupině minim ze skutečně zatažených nocí ocitá jen nedokonalostí v třídění. Nízká diference při jasných nocích v prosinci je vysvětlitelná nepatrným počtem případů malé ranní oblačnosti v tomto pošmourném měsíci, a tedy působením náhody.

O výrazném lokálním klimatu svědčí dále některé typicky místně-klimatické a mikroklimatické jevy. Stanice v Bědovicích vykazuje proti Novému Hradci Králové značně zvýšený počet dní s mlhou, mnohem větší počet přízemních mlh, podstatně četnější dny s rosou i tuhými kondensáty i větší počet dnů, v nichž přízemní minimum klesá na 0,0° C a níže. Rozdíly těchto jevů mezi oběma stanicemi ukáže názorně přehled z let 1954—1955:

	Nový Hradec Králové	Bědovice
četnost dní s mlhou	100	127
četnost dní s přízemní mlhou	25	68
četnost dní s rosou	187	269
četnost dní s jíním a jinovatkou	82	123
četnost dní s přízemním minimem $\leq$ 0,0° C .	201	228

Ve spojení s častějšími mlhami je také poněkud zvýšená relativní vlhkost vzduchu na stanici v Bědovicích (v měsíčních průměrech přibližně o 4 %). Odlišný režim teplotní má za následek i pomalejší tání sněhu a tudíž delší trvání sněhové pokrývky proti Novému Hradci Králové (na příklad v roce 1954 o 6 dní, v roce 1955 dokonce o 21 dní).

V souhrnu lze tedy říci, že stanice Bědovice vykazuje velmi výrazné lokální klima, které má některé z typických znaků podnebí konkávních terénních tvarů. Rozlehlá polana (asi 30 ha), na níž stanice byla zřízena, představuje vlastně velikou dolinu. Nelze tedy stanice v Bědovicích použít k charakteristice širší oblasti pro všechny prvky; u mnohých pouze k doprovodným měřením pro potřeby pokusné plochy. Mikroklima v porostech a kotlících není řízeno lokálním klimatem polany. Proto, jak to bylo už výše odůvodněno, věnovali jsme značnou pozornost stanici v Novém Hradci Králové.

Místnímu podnebí v Bědovicích na polaně věnovali jsme samostatnou studii (viz Krečmer 1960) na základě srovnání pětileté řady paralelních pozorování meteorologické stanice Pokusné plochy a stanice Nový Hradec Králové v letech 1954—1958. Další podrobnosti hledej tedy v cit. práci.

3.3 Poměry půdní

Jak už bylo řečeno, leží naše výzkumné objekty na nejvyšší pravobřežní terase řeky Orlice, složené z pleistocenních štěrkopískových vrstev. Půda vytvořená na tomto podloží je písčitá, hluboká, silně vysychavá, bez podzemní vody dostupné rostlinstvu. Z hlediska rostlinářského je velmi chudá na všechny živiny, především na fosfor a draslo. Geneticky jde o mírně podzolovanou půdu; posun látek v půdním profilu je těžko sledovatelný pro jejich celkově nepatrný obsah. Humus je omezen na nejsvrchnější humusový horizont v síle do 15 cm. Příměs štěrku, vesměs drobných valounků různých hornin, dosahuje 10—15 %; je však rozložena v půdě velice nerovnoměrně, v souhlase s fluviálním původem substrátu. Často se vyskytují čočky nebo lavice silně štěrkovité zeminy, vystřídané vrstvami čistého písku bez skeletu.

Typický profil těchto půd:

Sonda I — Porost 77b. Zastoupení dřevin: borovice 1, vtroušen v podúrovni dub; zakmenění 0,8; stáří IV. věková třída; bonita 4 (viz obr. 1).
Půdní pokrývka: *Pleurozium schreberi* a surový borový nadložní humus, ojediněle *Leucobryum glaucum.*

A_0 0—3 cm — Surový borový nadložní humus, nemísící se s minerální půdou. Promísen odumřelými částicemi mechovými.

A_1 3—15 cm — Zemina písčitá, sypká, barvy tmavošedě rezavé. Sloh ojediněle částicovitý; velmi slabě humosní, s jednotlivými křemennými oblázky < 15 mm. Prokořeněno slabými horizontálními borovými kořínky.

A_2 15—30/50 cm — Zemina popelavě hnědě rezavá, zesvětlení proti předcházející vrstvě velmi málo patrné. Často se vyskytují, zejména v zesvětlených místech, rezivé šmouhy a skvrny. Skelet jako drobné valounky křemenné a porfyrové < 35 mm. Řídce prokořeněno horizontálními slabšími i silnějšími borovými kořeny. Spodní hranice horizontu silně zprohýbaná a často velice nezřetelná.

B 30/50—145 cm — Zemina barvy hnědě rezavé, místy s výraznějším rezavým zabarvením v podobě šmouh a skvrn. V takových místech je zemina poněkud zhutnělá, proplástky jsou však zcela měkké, rozpadají se už mírným tlakem a nepřesahují sílu 15 mm. Nepatrný počet drobných kořínků se prozrazuje světlejší skvrnou. V některých sondách je možno rozlišit subhorizonty B_1 a B_2.

C 145 cm a hlouběji — Zemina barevně shodná s předcházející vrstvou, má však velmi četné vrstvičky stmelených písečných zrnek sytě rezivé barvy. Zhutnělé vrstvičky jsou měkké, lehkým stlačením se rozpadají. Kromě toho jsou v této vrstvě hnízda se zeminou jilnato-písčitého charakteru, mocnosti asi 4 cm, netvořící souvislé vrstvy; vyskytují se v hloubce asi 170 cm. Mezi 160 a 170 centimetry hloubky jsou také mocnější Fe-vrstvy zhutnělé zeminy, tvořící celistvý pás 18 cm mocný (primární ortštejn).

Sonda byla vyhloubena do 200 cm; stejný charakter si půda zachovává i dále až do sondované hloubky 300 cm; nebyly však zjištěny další zhutnělé vložky. Při sondování do 300 cm nebyly shledány známky vlivu podzemní vody (sonda I je na nejnižším místě pokusných objektů, viz graf 2).

Také ostatní čtyři sondy, vykopané na Pokusné ploše, vykazují shodný charakter. Rozdíly jsou pouze v počtu a hloubce uložení štěrkových proplástků.

Textura stanovená na plavícím přístroji Kopeckého (kategorie v % váh.)

Sonda I., horizont a hloubka odběru vzorku	I. <0,01 mm	II. 0,01—0,05	III. 0,05—0,1	IV. 0,1—2,0 mm	Poznámka
A_1 5— 15 cm	5,14	2,40	6,02	86,44	
A_2 30— 40 cm	2,88	2,32	2,22	92,58	
B 90—100 cm	3,56	2,04	2,80	91,60	
C 150—155 cm	1,26	1,44	5,66	91,64	
C 160—170 cm	2,86	0,44	19,30	77,40	Fe - vrstva

Jde tedy o písek jilnatě zakalený podle Kopeckého klasifikace z roku 1910, po případě o písčitou zeminu podle zjednodušené klasifikace Novákovy z roku 1949. Hlavní masu půdy představuje frakce z jemnozemě nejhrubší, písek, což také rozhodujícím způsobem ovlivňuje dynamiku půdních pochodů, zejména vodní režim. Jilnaté částice jsou obsaženy v nepatrném množství, které se do hloubky obvykle zmenšuje; výjimku tvoří proplástky, rozdíly jsou však řádově jen procenta. Zhutnělé vrstvičky primárních ortštejnů vykazují pokles obsahu frakce nejhrubší a zvýšené množství částic práškového písku. Obsah jemnějších částic nedoznává zvláštních změn.

Další fyzikální vlastnosti, důležité pro posouzení vodního režimu:

Sonda I. hloubka cm	Maximální vodní kapacita[13])	Pórovitost	Absolutní vzdušná kapacita	Objemová váha redukovaná	Specifická váha
1	2	3	4	5	6
	v objemových procentech				
10	27,8	50,98	23,18	1,25	2,55
20	24,6	60,07	35,47	1,43	2,58
30	26,8	47,33	18,13	1,38	2,62
40	25,0	44,96	16,36	1,42	2,58
50	23,6	42,75	19,15	1,42	2,62
60	25,2	44,44	19,24	1,45	2,61
70 (hojný skelet)	19,2	45,05	25,84	1,44	2,62
80	23,7	45,80	22,10	1,42	2,62

13) Podle Nováka.

1	2	3	4	5	6
80 (Fe-proplástek)	22,3	35,11	12,81	1,70	2,62
90	23,9	45,80	21,90	1,42	2,62
100	30,1	44,66	14,56	1,45	2,62
120	31,2	38,40	7,20	1,62	2,63
140	30,0	36,60	6,60	1,68	2,65
160	34,9	40,84	5,94	1,55	2,62
180	33,1	39,54	6,44	1,59	2,63
200	32,8	39,77	6,97	1,59	2,64

Z dat je patrna velká homogenita horních asi 100 cm půdní vrstvy; z celkové úrovně vodní kapacity, která je okolo 25 %, se markantněji odlišují jen vrstvy se značnou příměsí drobného štěrku. Ve svrchní části profilu jeví se sice jisté zvýšení vodní kapacity (subhorizont A_1 vlivem obsahu látek humusových), avšak nijak pronikavé vlivem celkově malého obsahu humusu.

Pórovitost dosahuje maximálních hodnot ve vyluhovaném subhorizontu A_2; v celku vykazuje směrem do hloubky opět vyrovnaný průběh až do 100 cm, hlouběji náhle klesá. Nepravidelnosti v průběhu v horních 100 cm půdy podmiňují proplástky zhutnělé zeminy s poklesem pórovitosti a zejména také vzdušné kapacity.

Vzdušná kapacita je nejvyšší ve vylouženém subhorizontu A_2, v profilu klesá velmi nízko ve zhutnělých vrstvách, zvyšuje se ve vrstvách s větším obsahem skeletu.

Srovnáme-li vrstvy hlubší pod 100 cm s výše uloženými, pozorujeme, že při téže textuře a struktuře (srovnej předcházející data) může mít písčitá půda velké rozdíly ve svých fysikálních vlastnostech. Záleží na uložení jednotlivých mechanických půdních elementů, jak je patrné z rostoucí objemové redukované váhy. Vrstvy pod 100 cm hloubky jsou ulehlejší a při vzrůstající vodní kapacitě v nich silně klesá vzdušnost. V terénu ovšem nemá tato skutečnost valného významu, neboť spodní vrstvy jsou obvykle velmi suché, s malou momentní vlhkostí.

Nakonec, abychom si mohli učinit představu o půdním chemismu, uvádíme ještě obsah nejdůležitějších látek v půdě.[14]) (Viz str. 29.)

Rozbory ukazují především celkem nevýrazný posun látek v půdním profilu při celkové velmi nízké zásobě. V zoolitickém komplexu se projevuje velmi nízký obsah basí (Ca, K) a malý obsah kyseliny fosforečné. Ta je vázána v nerozpustných formách,

[14]) Všechny rozbory provedla chemická laboratoř VÚLH v Opočně.

Výluh 20 % kyselinou solnou (v procentech)

Sonda II.	R_2O_3	CaO	P_2O_5	K_2O	SiO_2
A_1 2— 8 cm	1,460	0,150	0,026	0,035	0,570
A_2 8— 16 cm	1,020	0,065	0,040	0,037	0,570
B_1 30— 40 cm	1,650	0,060	0,020	0,030	0,670
B_2 90—100 cm	1,360	0,165	0,014	0,070	0,675

Výluh 1 % kyselinou citrónovou (v procentech)

Sonda II.	R_2O_3	CaO	P_2O_5	K_2O	SiO_2
A_1 2— 8 cm	0,112	0,007	0,001	0,005	0,048
A_2 8— 16 cm	0,182	0,031	0,000	0,008	0,152
B_1 30— 40 cm	0,091	0,021	0,001	0,004	0,098
B_2 90—100 cm	0,048	0,026	0,001	0,003	0,040

jak o tom svědčí uvedený výluh kyselinou citrónovou, v němž je obsah fosforu mimořádně nepatrný.

V bezprostředním okolí míst výzkumu bylo zřízeno celkem pět sond a zeminy z nich byly podrobeny rozborům. Výsledky, z nichž jsme charakteristické ukázky uvedli, potvrdily, že půda má na celé ploše plánovaných hydropedologických prací jednotné vlastnosti a je poměrně velmi homogenní, tudíž k daným účelům velmi vhodná.

Fysikální i chemické vlastnosti ukazují na typické pleistocenní písky, jejichž problematika z hlediska hydropedologického i lesnicko-pěstebního byla již často zkoumána. Z početných prací (Ramann 1906, Albert 1924, 1925, Wittich 1938, Molčanov 1950 a četní další) je známa rozhodující úloha vodního režimu pro rostlinstvo těchto půd. Podle fysikální skladby (množství příměsi jemných částic) nebo

Data o kotlících

Označení	Tvar	Rozměry P m	Střední výška porostu v okolí H m	Charakteristické číslo P : H
B	elipsa	osy {30, az. 115—290°; 18, az. 20—200°}	16	{1,88; 1,12}
C	kruh	průměr 11	16	0,68
D	kruh	průměr 12	18	0,66

	Průměrný úhel zástinu h°	Půdní pokrývka	Podíl difusního záření $D_\varnothing$ (volná plocha = 100 %)
B	43	Cladonia rangiferina a surový humus	53
C	64	Cladonia rangiferina, mechy jako v D a surový humus	19
D	65	Převážně mechy (Entodon, Leucobryum) a surový humus	20

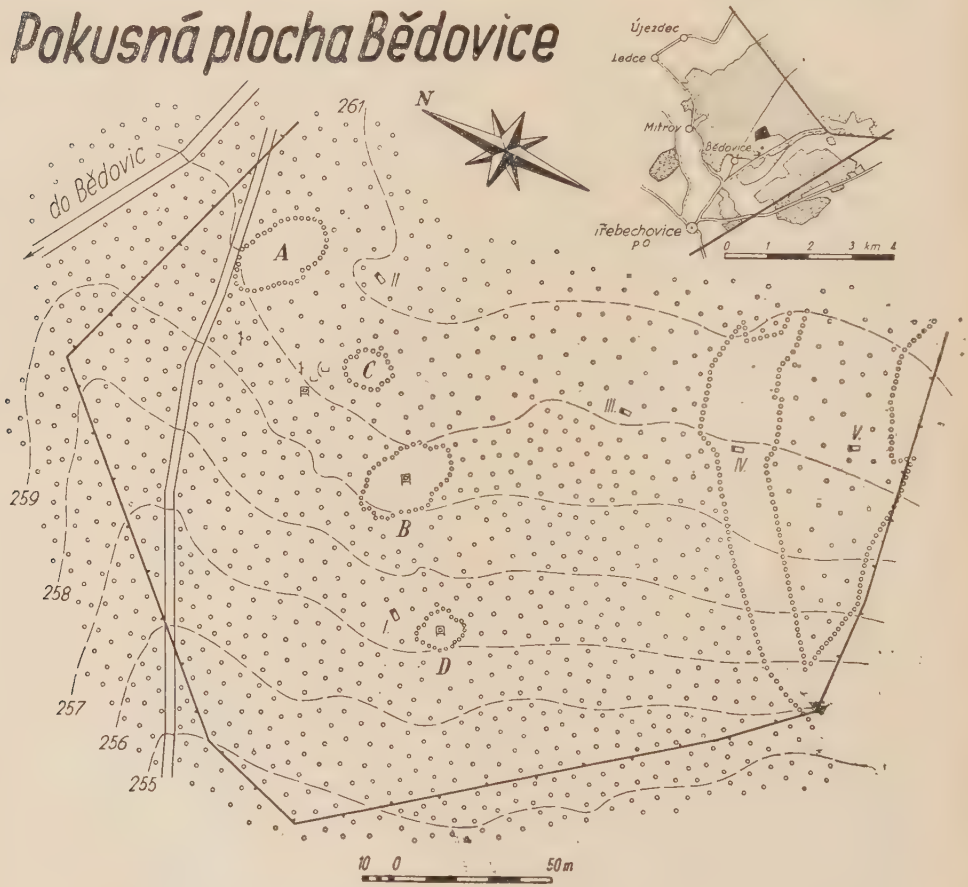
Střední výška se vztahuje na stromy v okrajovém lemu každého kotlíku a nemusí tudíž souhlasit se střední výškou porostu.

podle vodního režimu je možno lesní porosty ekologicko-pěstebně třídit a případně i bonitovat, jak naposled ukázal právě v oblasti bědovických Borů Peřina (1957). Je krajně důležité poznat na těchto půdách nejen vodní režim porostů, jenž byl dosud středem zájmu, ale také míst lesnicky nejcitlivějších — obnovních sečí.

3.4 Popis místa výzkumu (kotlíky a porost)

Jak je patrno z celkového plánku pokusné plochy (graf 2), byly založeny celkem čtyři kotlíky, vždy po dvou přibližně stejných tvarů a rozměrů. Předmětem výzkumu v jeho první fázi byly kotlíky označené písmeny B, C a D.

Porost 77b, v němž jsou založeny kotlíky, je borová monokultura IV. věkové třídy. Hospodářský plán z roku 1952 v popisu porostu udává: zakmenění 0,8, zastoupení dřevin — borovice 9, dub 1; bonita pro borovici 4, hmota 196 plm/ha, bonita pro dub 5, hmota 12 plm/ha. Střední výška 18 m. Půda je pokryta mechovým polštářem (*Entodon*

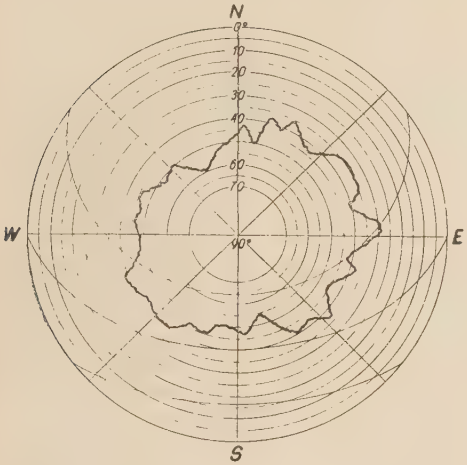


Graf 2. Plán pokusné plochy v Bědovicích.
A — D ... kotlíky
V kotlících B a D jsou označena místa budek se samopisnými přístroji, v okolí kotlíku C je vyznačeno umístění měřišť v porostu. Římskými číslicemi jsou označeny kopané půdní sondy.

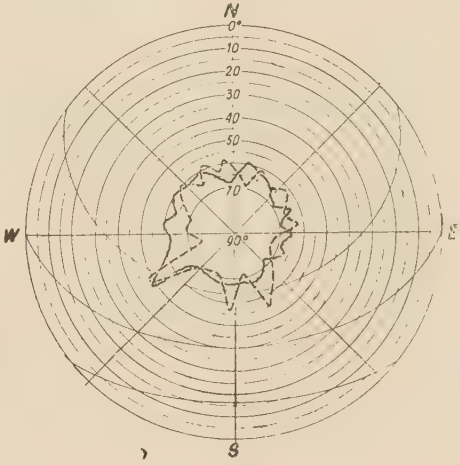
schreberi, Leucobryum glaucum), velké plochy pokrývá také lišejník *(Cladonia rangiferina* a *C.silvatica).*

Terén je okolo kotlíků A a C rovinný, u kotlíků B a D velmi mírně svažitý s exposicí k západu (svah 0,035).

Charakteristické číslo je dáno poměrem střední výšky porostu v okolí a průměru kotlíku. K uvedeným údajům je třeba tedy znovu poznamenat, že charakteristické číslo je veličina poněkud schematická.[15]) Při respektování skutečného obzoru je správný poměr mezi výškou porostu a průměrem kotlíku na příklad u kotlíku C a D 1,00 místo 0,66 a 0,68. Naopak zase kdybychom vzali v úvahu neporušenou čáru obzoru ve výši vrcholků okrajových stromů, činil by průměrný úhel zástinu u kotlíku B 53 %, u kotlíku C a D 71 %. Tedy asi 10 % difusního záření přichází kotlíku k dobru vlivem ne-



Graf 3. Zaclonění obzoru pro střed kotlíku B.



Graf 4. Zaclonění obzoru pro střed kotlíku C (plná čára) a kotlíku D (čárkovaně).

pravidelného obzoru. Vzhledem k pracnému získávání podkladů pro tento skutečný poměr je výhodnější používat v praxi charakteristického čísla, zjištěného podle metody přibližné.

Úhel zástinu byl stanoven pro střed kotlíků theodolitem pro všechny význačné body obzoru a z dat byl získán průměr.

Podíl difusního záření je vypočten podle vzorce

$$D \varnothing = \frac{\sum^{n} 1}{n} (1 - \sin^2 h) \,.\, 100$$

(L a u s c h e r l. c.) D vyjadřuje množství difusního záření, dopadajícího na vodorovnou plochu, vyjádřené v procentech difusního záření, přicházejícího na horizontální plochu při nezastíněném obzoru, h je úhel zastínění, n počet záměr.

Porost v okolí kotlíků je dobře zapojen, koruny jsou nasazeny ve výšce asi 7 m. Od povrchu půdy až po tuto mez není výměna vzduchu mezi porostem a kotlíkem ničím brzděna. O míře zastínění oblohy informuje připojené grafické znázornění úhlu zástinu pro středy kotlíků podle Lauscherova způsobu (L a u s c h e r 1937; viz grafy 3 a 4).

Kotliky byly vykáceny koncem léta 1953 naholo. Z technických důvodů nebylo možno volit větší odstup jednoho kotlíku od druhého; v příslušných kapitolách bude upozorněno na vliv tohoto faktu. Vzdálenost 200 m od okraje porostu byla dostatečná, aby okolní porostní klima mělo samostatný charakter.

---

[15]) Viz kapitolu Problematika (str. 11).

Obr. 1. Pohled na polanu, na níž byla zřízena srovnávací meteorologická stanice Pokusné plochy v Bědovicích.

Obr. 2. Meteorologická stanice Pokusné plochy v Bědovicích; stav v roce 1954.

4 METODIKA VÝZKUMU

4.1 Všeobecně

K provádění výzkumných prací byla v lesním komplexu Bory na dříve popsaném místě založena Pokusná plocha VÚLH jako dislokované pracoviště Laboratoře lesnické klimatologie. Kotlíky zvolené k výzkumu jakož i větší části okolních porostů byly obehnány drátěným plotem a v nedalekém sousedství lesa byla zřízena pracovna s potřebným laboratorním vybavením jakož i obydlím stálého pozorovatele. K zajištění kvalitní obsluhy všech přístrojů a přesného výkonu podle instrukcí byl na ploše trvale zaměstnán vždy jen zacvičený ústavní personál; jiných pracovních sil než odborných zaměstnanců ústavu bylo použito jen výjimečně při nárazových pracích většího rozsahu nebo při pracech pomocných.

Na volné ploše (rozlehlé polaně) v sousedství porostů s vlastními výzkumnými lokalitami byla založena meteorologická stanice, vybavená jako stanice II. řádu s některými doplňky. Tato stanice je zapojena do sítě stanic Hydrometeorologického ústavu (obr. 1 a 2).

Výzkum byl soustředěn do výše popsaných tří kotlíků v borové monokultuře. Dva menší kotlíky, C a D, přibližně stejné velikosti a charakteru, byly příkladem kotlíků, které doporučoval podle svých zkušeností známý pěstitel H. Konias (1951) pro přeměnu borových porostů na těchto stanovištích.[16]) V důsledku četných exkursí praktiků na místa pokusů H. Koniase a zdánlivého zdaru v počátečních stadiích šířily se takové kotlíky i po jiných našich borových oblastech.

Opřeme-li se však o dosavadní znalosti vodního a mikroklimatického režimu podobných stanovišť, zdají se být na výsušných půdách borů na pleistocenních píscích vhodné kotlíky větších rozměrů. Kotlíkem toho typu je kotlík třetí (B). Pěstitel pamatoval při jeho založení i na nadměrné oslunění, postihující severní strany větších mýtin a dal mu proto tvar eliptický s kratší osou ve směru (velmi přibližně) sever — jih. Na výhodnost větších kotlíků oproti malým, dosud doporučovaným, ukazují také výsledky ekologicko-pěstebních studií Peřinových (Peřina 1957), získané na témž stanovišti.

Při našich pracích bylo studováno půdní a ovzdušné prostředí v obou typech kotlíků, a to v těchto prvcích: záření, teplota vzduchu a půdy, vlhkost vzduchu, výparnost, srážky, vodní režim půdy, rosné poměry, sněhové poměry.

Rozsah studií v oborech jednotlivých prvků musil být bohužel podřízen technickým možnostem, které mnohdy nedovolily pracovat tak, jak by bylo pro kvalitu i kvantitu měření žádoucí.

Uspořádání pokusných objektů v kotlících B a C je patrné z plánku (graf 5). Na koncích os kotlíků byly ve vzdálenosti 1—2 m od okraje kotlíku (okapu korun) umístěny mikroklimatické staničky a podobně i uprostřed kotlíků; obdobně i na srovnávacím místě v porostu.[17]) V kotlíku B (velký kotlík) byly u staniček umístěny také staniční srážkoměry, pod porostem pak čtyři srážkoměry k získávání průměrné hodnoty. V malém kotlíku C byly instalovány pouze malé skleněné dešťoměry „Jarda", kdežto staniční přístroje jsme umístili do jinak volného kotlíku D, kde objemné válce srážkoměrů nehrozily ovlivnit jiná měření. Malými dešťoměry byla také doplněna síť měřišť ve velkém kotlíku B. Orientace byla označována světovými stranami; u měřišť elementů, kde na přesné orientaci zvlášť záleží, azimutem. U staniček se dále měřila teplota půdy, stejně tak u mezistanic na malé ose kotlíku B. Tamtéž byly odebírány vzorky půdy pro určování vlhkosti a prováděna další měření, jak bude podrobněji uvedeno. V malé žaluziové budce uprostřed kotlíku B a D a v porostu byly v chodu registrační přístroje pro teplotu a vlhkost vzduchu (50 cm nad povrchem půdy). Viz také obraz 3, 4, 5.

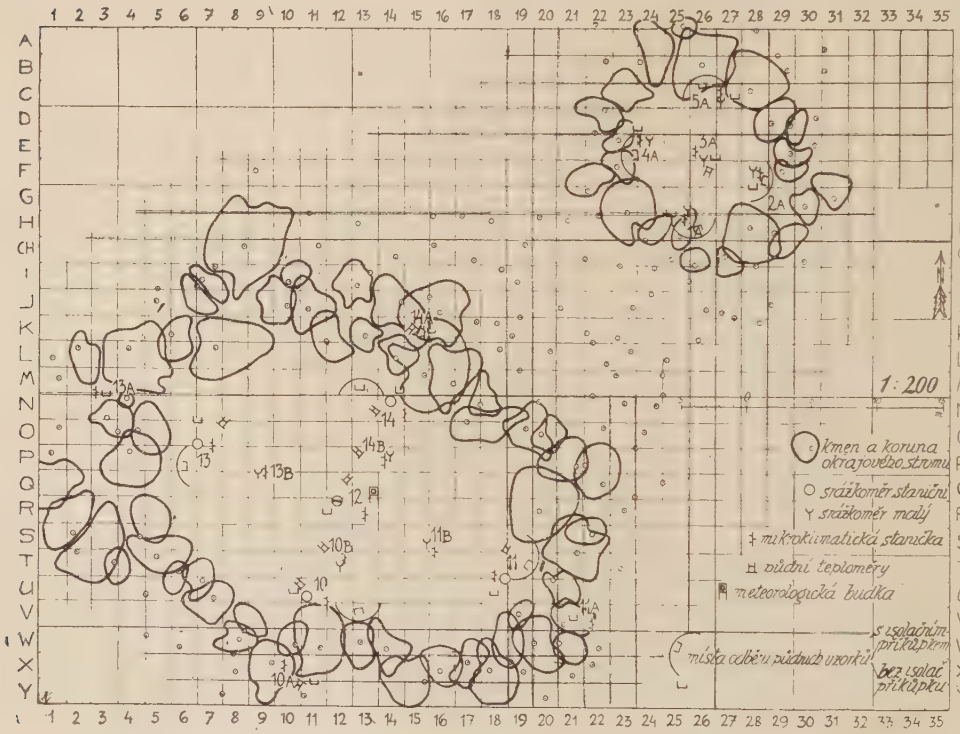
Měření byla prováděna jednak běžným staničním způsobem, to jest denním odečítáním údajů přístrojů v běžných termínech, jednak nárazovými mikroklimatickými měřeními a odečítáním po půlhodině až dvou hodinách při celkovém trvání 12—48 ho-

---

[16]) Rozměr maximálně na výšku stromu. Tyto kotlíky byly také v Borech ve velkém počtu zakládány, zpočátku většinou o menších rozměrech než právě udané (viz i rozměry našich kotlíků). Zmenšování průměru kotlíků — velmi časté i jinde v praxi — bylo působeno snahou pěstitelů porušit sečí co nejméně kontinuitu porostního mikroklimatu.

[17]) V porostu byly dvě staničky ve vzdálenosti 20 m od sebe, aby se došlo k representativnějším datům při měření teploty vzduchu a výparnosti. Uváděná data jsou tedy vždy průměrem ze dvou míst (umístění viz na grafu 2).

Obr. 3. Velký eliptický kotlík B v době



Graf 5. Plán kotlíku B a C se zakresleným rozmístěním různých měřišť.

výzkumných prací. Pohled od severovýchodu.

Obr. 4. Malý kruhový kotlík C (pohled od západu). Snímek je z doby tání sněhu, kdy sníh z porostu již zmizel a pokrývka zůstává zachována jen v kotlících.

Obr. 5. Malý kruhový kotlík D v zimě (pohled od severovýchodu). V provozu budka s registračními přístroji uprostřed kotlíku a srážkoměr. Místa na okrajích kotlíku byla osazována srážkoměry jen mimo období tuhých srážek (viz viditelné stativy).

din. Při trvalém každodenním měření byly údaje odečítány po skončení termínového pozorování na srovnávací stanici na volné ploše, to jest v 7,15, 14,15 a 21,15 hodin.

Kotlíky byly úzkostlivě ochraňovány před porušením původní půdní pokrývky; všechen pohyb obsluhy byl omezen na vyznačené pěšiny. Plocha byla také udržována zcela bez rostlinstva; objevující se nálet borovice a ojedinělý plevel byly pravidelně odstraňovány, aby ani vzdušné prostředí nebylo ovlivněno jinými faktory než kotlíkem samým.

Práce byly zahájeny dne 1. ledna 1954; pravidelná každodenní měření trvala do 31. prosince 1956.

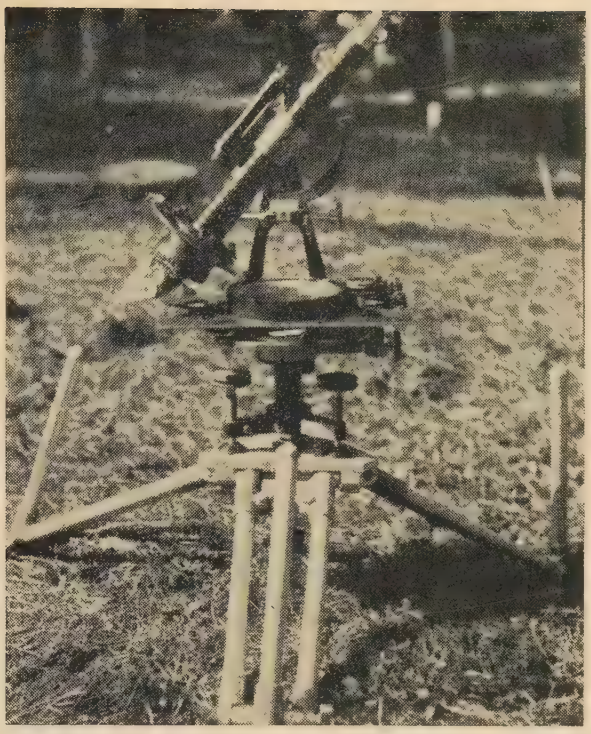
Vzhledem k množství získaného materiálu bylo při zpracování co nejvíce využito strojů, zejména při zpracování dat o teplotě vzduchu, půdy a půdní vlhkosti, kromě studií z oboru typologie počasí a dat z meteorologické stanice Pokusné plochy.

4.2 Způsob měření

Při publikaci mikroklimatických dat považujeme za potřebné podrobně probrat metodiku měření. Tato nutnost je často zdůrazňována (srovnej Slavík - Slavíková - Jeník 1957), neboť jinak si nelze utvořit dostatečně jasný a přesný obraz o celém měření, jehož výsledky — vzhledem k charakteru přízemní vrstvy ovzduší — jsou závislé na způsobech měření více než v meteorologii.

V této kapitole probereme postupně způsoby měření a pozorování všech zachyco-

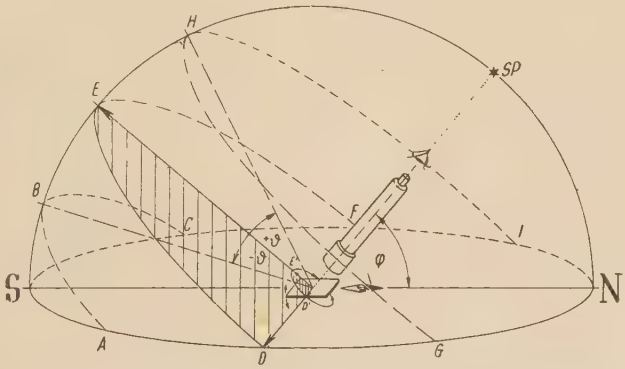
Obr. 6. Busolní tachymetr starší konstrukce s novým nástavcem k měření denního oblouku Slunce, umístěný na speciálním stativu.



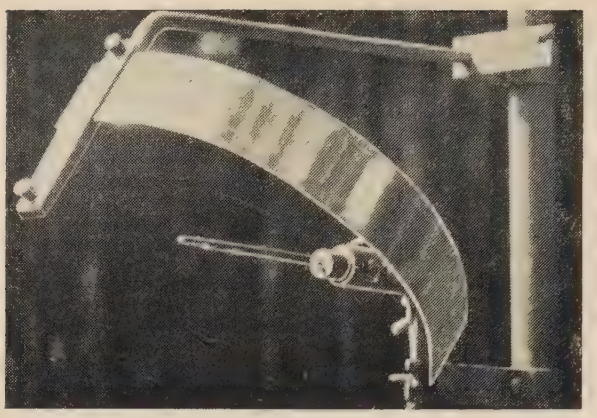
vaných prvků a jevů, jakož i příslušné výsledky prací ověřovacích a metodologických, které v některých případech předcházely vypracování konečných směrnic pro pozorování a měření.

4.2.1 Záření

Vzhledem k technickému vybavení byl náš zájem soustředěn na možné oslunění. Vycházíme při tom z toho, že přímé sluneční záření představuje největší složku celého komplexu záření, takže jím můžeme vyjádřit charakter radiačního požitku jednotli-



Graf 6. Schéma funkce přístroje pro měření denního oblouku Slunce. Přístroj je orientován do místního poledníku S-N busolou, optická osa dalekohledu je totožná s osou světovou. Zrcátko umístěné před objektivem dalekohledu je otočné kolem osy optické i kolem osy na ni kolmé (osa příčná). Natáčením zrcátka kolem příčné osy můžeme obsáhnout rozsah sluneční deklinace $\pm \delta^0$, resp. přivést do zorného pole body na výseči BEH a příslušných deklinačních kružnicích. Po deklinační kružnici postupuje zorný paprsek při otáčení zrcátka kolem optické osy dalekohledu.



Obr. 7 a. Čidlo elektrického dálkového teploměru se speciální záštitou, nastavitelnou podle sluneční deklinace.

vých míst (Kaempfert - Morgen 1952). Délka oslunění je i hrubou mírou pro posouzení radiačního požitku zejména tam, kde jde o velké rozdíly (Schmidt - Schwabl 1935).

V našem případě šlo o zjištění délky oslunění jednotlivých míst v kotlících. Poněvadž pokus byl založen jako výzkum dlouhodobý, stanovili jsme oslunění v první fázi zakreslováním hranice přímého světla a stínu do plánku kotlíků podle čtvercové sítě. Zakreslovali jsme každý měsíc aspoň v jednom dni ve dvouhodinových intervalech.

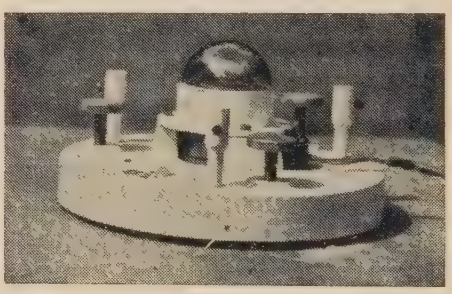
Zakreslování dovolilo získat přesný obraz o postupu oslunění půdy kotlíku během dne, jak ukázal již Sigmond (1933) a Slavík (viz Slavík - Slavíková - Jeník 1957). Cenné je to zejména při současném provádění ambulantních mikroklimatických měření na celé ploše kotlíku, neboť pak můžeme podrobně vyhodnotit vliv zástinu a oslunění u jednotlivých měřišť. Jinak ovšem zjišťovat zakreslováním na příklad možnou dobu oslunění v jednotlivých měsících je těžkopádné a prakticky málo přesné (oblačnost často nedovolí záznamy po celý den a interpolace je krajně nepřesná).

Vzhledem k potřebě zjišťovat možné oslunění v terénu nejen při tomto problému, ale prakticky při všech úkolech terénní mikroklimatologie, považovali jsme za potřebné získat lepší, přesnější a expeditivnější metodu. Ta byla nalezena v zkonstruování a použití speciálního přístroje k proměřování zdánlivé denní dráhy Slunce (obr. 6).

Přístroj byl vyvinut ve spolupráci s odborníkem pro přístrojovou mechaniku V. Izerou, který jej také po stránce mechanické zkonstruoval. Technický popis a další podrobnosti jsou publikovány na jiném místě (Krečmer, Izera 1958). Je třeba poznamenat, že — pokud je známo — jsou mimo Československo pouze tři podobné přístroje, a to v Rakousku a Švýcarsku.

Při praktickém měření v terénu po horizontaci a orientaci stroje a nařízení dalekohledu v úhlu zeměpisné šířky lokality postupovali jsme s vyměřováním denního oblouku po jednom stupni sluneční deklinace. Podle Thamse (1955) dosahují chyby v takto získaných měsíčních sumách hodin možného svitu slunce v průměru sotva 2 %, v nejnepříznivějším případě 4 %.

V plánu našeho měření bylo dále stanovení příjmu radiační energie globálního záření na jednotku horizontální plochy v různé denní a roční době a na různých místech kotlíků. Pro technické potíže s vypůjčováním aparatury, používané na jiném pracovišti v pracích pro geofysikální rok, uskutečnilo se pouze jediné měření. Bylo použito pyranometru (solarimetru) firmy Kipp (Delft), jenž byl přenášen v kotlíku v době měření na jednotlivá místa u mikrometeorologických staniček a umisťován



Obr. 7 b. Thermočlánkový pyranometr k měření globálního záření (zn. Kipp). (Zapůjčen Hydrometeorologickým ústavem, observatoř Nový Hradec Králové.)

k odečtení galvanometru na připravené horizontované podložky (obr. 7). Na stanici mimo les byl umístěn Robitzschův pyranograf k plynulému záznamu denního průběhu záření na volné ploše. Křivky a záznamy podle přístrojových konstant vyhodnotil dr. Pícha z observatoře HMÚ v Novém Hradci Králové, která přístroje zapůjčila.

Přepočet tepelné energie na skloněnou rovinu kotlíku není vzhledem k nepatrnému sklonu a jeho směru nutný (2^0 W; srv. tabulky Kaempfert a Morgen 1952 a výsledky měření v práci Schmidt a Schwabl 1935).

V období podzimních mrazíků byla stanovena bilance dlouhovlnného nočního vyzařování pro středy kotlíků B a C, a to podle metody, kterou navrhl Bolz (1951). Vynášení skutečného obzoru v kotlících do Bolzova „diagramu zastínění" (Abschirmungsdiagramm) bylo usnadněno tím, že kotlíky byly podrobně proměřeny theodolitem již za účelem výpočtu středního úhlu zástinu. Přesnost výsledků se zvýšila tím, že povrchové teploty, potřebné k výpočtu bilance dlouhovlnného záření, byly změřeny elektrickým teploměrem. Čidla teploměru, isolovaná povlakem trolitulu, byla přikládána na různá místa povrchu půdy ve středu kotlíků a orgánů rostlinných po jejich obvodu (vždy 10 míst). K měření byl zvolen večer s vyjasněnou oblohou a prudkým poklesem teploty (noční oblačnost nula, příští ráno minimum v přízemí na volné ploše pod nulou).

4.2.2 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu byla měřena jednak při trvalém každodenním měření v příslušných termínech, jednak byla prováděna zvláštní měření ambulantní. Veškeré používané teploměry byly během období výzkumu nejméně dvakrát přezkoušeny a zjištěné korekce byly respektovány při dalším zpracování teplotních dat.

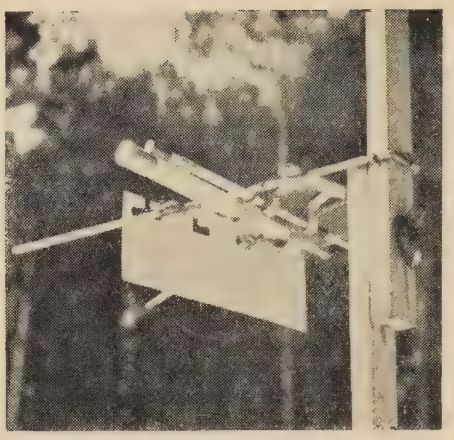
a) Měření každodenní

Při tomto měření jsme zjišťovali teplotu na všech základních mikroklimatických staničkách v kotlících B a C (viz graf 5), a to ve výšce 30 a 100 cm nad půdou: na místech 10 až 14 ve velkém kotlíku B, 3A (střed) v malém kotlíku a v porostu. V kotlíku C na jednotlivých místech (staničky 1A, 2A, 4A, 5A) byla teplota měřena jen ve výšce 30 cm.

V uvedené výšce nad půdou byl umístěn vždy teploměr k měření okamžité teploty (psychrometrický teploměr) a teploměr extrémní. Teplota se odečítala v 7,15, 14,15 a 21,15 hodin každého dne, a to v období od 1. ledna 1954 do 31. prosince 1956. Extrémní teploměry byly vyměňovány v ranním (nasazen maximální) a večerním pozorovacím termínu (nasazen minimální). Minimální teploměry byly přes den přechovávány pod krytem ve stínu. Již z toho je zřejmé, že maximální teploměr byl odčítán v 21,15 hod., minimální v 7,15 hod. Tímto jediným čtením může sice vzniknout určitá chyba (nastane-li teplotní extrém atypicky vzhledem k normálnímu dennímu chodu teploty), avšak jiné uspořádání nebylo technicky možné zejména s ohledem na požadavek ochrany minimálního teploměru před přímými slunečními paprsky. Případy atypického chodu nejsou však časté a při našem výzkumu nenaruší konečný obraz, poněvadž odchylka se dostaví na všech sledovaných místech. Od dubna do září 1955 se vyskytlo pouze devět případů u minimální teploty a žádný u maxima. Poněkud častější jsou v chladném půlroce, a to opět vesměs u minim, kdy teplota klesá na dolní mez denního chodu po 7. hodině. Ani obraz krajních teplot z hlediska biologického není tím zkreslován; rozdíl mezi teplotním extrémem změřeným a skutečným dosahuje většinou jen desetin stupně anebo se rozdíly dostavují v době nevýrazného mikroklimatu (vyrovnaný denní chod teploty za zamračeného počasí).

Vzhledem k teplotnímu neklidu přízemní vrstvy ovzduší nebyla teplota převáděna na stejný časový údaj, i když při obsluze staniček jediným pozorovatelem nemohla být odečtena najednou. Časový interval čtení od první k poslední staničce činil ostatně nejvýš pět minut. Směrnice pro pozorovatele nařizovaly pouze, že všechna čtení musí být provedena za stejných podmínek radiačních (to je důležité v létě při přechodech stínů kumulů za jinak slunečného počasí).

Teploměry byly uchyceny v kovových držácích na vidlicích, upevněných na vlastním stativu mikroklimatické staničky (obr. 8). Staničku jsme vyvinuli ze zkušeností dřívějších našich měření a podle poznatků, publikovaných Stružkou a Uhlířem (1952). Stanička je blíže popsána na jiném místě (Krečmer 1955). Její jednoduchá konstrukce se při našem dlouhodobém měření dobře osvědčila.

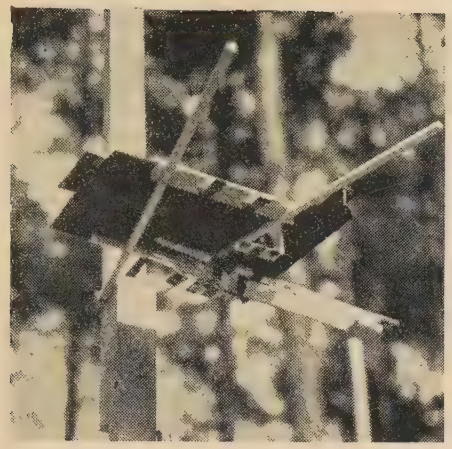


Obr. 8. Vidlice k uchycení teploměrů na stativu mikroklimatologické staničky v původním provedení.

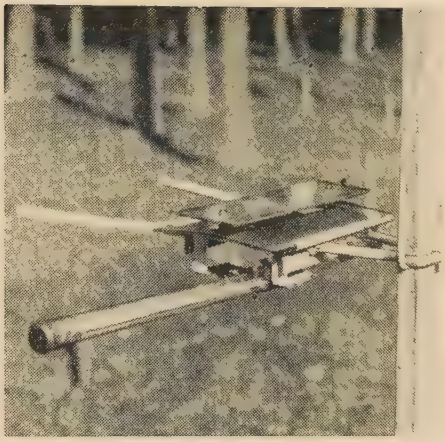
Vlastní měření teploty se často na prvý pohled jeví jako jedno z nejsnadnějších v mikroklimatologii. Otázky s ním spojené náležejí však naopak k metodicky nejobtížnějším a nejsložitějším. Palčivé problémy vyvstávají zvláště při nedokonalé instrumentaci, na příklad v našem případě, když jsme byli při dlouhodobém měření odkázáni na běžné staniční přístroje. Celkovou problematiku teplotního měření nedokonalými prostředky z hlediska moderní metodiky jsme si objasnili už při dřívějších měřeních (viz Krečmer - Zachar 1953) a tam vypracované metodiky jsme se přidrželi i nyní.

I když za určitých podmínek navrhujeme měření teploty vzduchu odkrytými teploměry, vystavenými přímému ozáření sluncem (viz zdůvodnění u Nováka 1928), dáváme ve sféře fytoklimatu zásadně přednost ochraně teploměrných nádobek před sluncem ve formě záštit. I pro tato měření jsme použili skleněných zrcadlových plochých záštit, jak jsme je popsali již dříve (Krečmer - Zachar 1953). Jsme si vědomi toho, že fysikálně vzato neměříme „pravou teplotu" vzduchu; v našem případě je snaha po zachycení fysikálně jednoznačné „pravé teploty" vzduchu skutečně problematická. Jak jsme už dříve zdůraznili, považujeme naše teploměry za jistý druh srovnávacích tělísek, vyhovujících v oboru bioklimatologie (Geiger 1950). Je pravda, že Knoch už v roce 1937 byl toho náhledu, že otázkami záštit není již účelné se zabývat. Praktická potřeba, vyvolaná potížemi s moderní aparaturou, nutí nás však ještě dočasně věnovat záštitám pozornost. Podobný názor lze odvodit i z nových speciálních prací (viz Geiger 1948, Gloyne a Smith 1951, Stružka 1954, Kramer, Post a Woudenberg 1954 a jiní) a z publikovaných mikroklimatologických studií (u nás na příklad více prací Mařanových, Lhotových a Uhlířových).

Námi použitá zrcadlová záštita má kromě výhod i některé nevýhody. Z hlediska mikrometeorologického lze označit za nedostatek pro denní měření to, že teploměry nejsou kryty také zdola před reflexí a zejména dlouhovlnným zářením směrem od půdy, jako na příklad u záštity Makarovovy (Makarov 1938), Gil'gnerovy (Gil'gner 1948), Bauerovy a Buschnerovy (Bauer a Buschner 1955) a četných jiných méně známých. Z hlediska bioklimatického nabývá tato okolnost odlišného charakteru: chráníce teploměr před náhodně měnlivým osluněním ve sféře porostního klimatu, vystavujeme jej stejným podmínkám, v jakých je na příklad rostlina v zástinu. Závažnější nevýhodou je občasné hromadění teplého vzduchu pod záštitou za výrazných vzařovacích podmínek při bezvětří, zejména opomeneme-li upevnit záštitu v poněkud skloněné poloze. Tomuto hromadění bohužel napomáhá nutné boční stínidlo, zadržující šikmé paprsky nízko stojícího slunce, pokud se ponechává na vidlici po celý den. Nemohli jsme proto konstatovat tak nápadně příznivé podmínky pod naší záštitou — vzhledem k „pravé teplotě" vzduchu — jaké zjistil na příklad Büdel (1933) pod kovovou záštitou Budigove a poloválcovou Geigerovou, nebo Makarov (1938) a Gil'gner (1948), avšak přesto lepší, než pod kuželovou záštitou Lambrechtovou (Krečmer - Zachar 1953). Na volné ploše byly u skleněné záštity zjištěny rozdíly na rozdíl od aspiračního psychrometru do 1,1^0 ve prospěch záštity (l. c.). Starší srovnávací měření byla nyní doplněna v podmínkách s velkým podílem záření reflektovaného a dlouhovlnného vyzařování s povrchu půdy u osluněného, k jihu obráceného okraje porostu v kotlíku. Výsledky srovnávacích měření teplot pod záštitou a teplot podle aspiračního psychrometru (10. a 11. VII. a 14. VIII. 1956) ukázaly za intensivního svitu slunce maximální diference až $+4^0$ C na straně záštity v hodnotách okamžitých a $+3^0$ C v hodnotách průměrných (měřeno několikrát po 30 vteřinových intervalech). Průměrné diference za uvedených podmínek kolísaly okolo 2^0 C. V noci nebyly diference zjištěny.



Obr. 9. Zlepšená vidlice k uchycení teploměrů s přestavitelnou žaluziovou boční záštitou (vpravo).



Obr. 10. Celkový pohled na záštitu z plexi s lesklou hliníkovou vrstvou.

Účinek záštit tedy zvýrazňuje mikroklimatické rozdíly v době vzařování a podle jeho intensity dovoluje uplatnění vlivu reflexe a vyzařování z půdy. První část věty platí pro všechny záštity. Bioklimatologicky nespatřujeme v tom nedostatek zásadní. Strohé vyloučení všech radiačních vlivů a z toho plynoucí fysikální definice pravé teploty je nezbytná v makroklimatologii. V mikroklimatu — z hlediska bioklimatologického — hledíme spíše k veličinám, majícím bližší vztah k životním pochodům v přízemní sféře, která je charakterisována právě zvýšenými účinky záření a sníženým pohybem vzduchu (o tomto rozporu mezi fysikou a biologií srovnej Geiger 1955, str. 68). Ostatně ani v budce meteorologické stanice neměříme pravou teplotu vzduchu, nýbrž pouze standardním umístěním a úpravou hledíme dostat uniformní odchylky (Gloyne - Smith 1951). A na konec, přihlédneme-li k teplotnímu neklidu ve sféře mikroklimatu, klademe si s Geigerem (1934) otázku, v čem vlastně spatřovat skutečnou teplotu?

Obr. 11. Aspirační psychrometr při ambulantním měření.

Poznání výše uvedených nedostatků skleněných postříbřených záštit nás vedlo k dalšímu vývoji. Pro dlouhodobá měření byla posléze vyzkoušena složitější záštita z plexi, s bočními stínidly, upravenými jako žaluzie. Také vidlice byla zdokonalena, zejmena v držácích teploměrů, které byly nyní vyrobeny z pružné fosforové bronze (obr. 9, 10). Zdokonalené vidlice byly zařaděny do běžného používání od roku 1956; nových záštit se při tomto výzkumu nepoužilo proto, abychom zachovali shodné podmínky umístění teploměrů po celou tříletou periodu měření .

K trvalému měření teploty vzduchu byly také instalovány thermografy v malých žaluziových budkách (50 cm nad půdou), a to uprostřed kotlíku B a D, v porostu a na volné ploše. Chod hodinového stroje byl kontrolován jednou až dvakrát denně, kdy byla zároveň odečítána teplota na suchém teploměru, umístěném spolu s vlhkým v každé budce ke kontrole samopisných přístrojů.

b) Měření ambulantní

Kromě každodenního měření byla za příhodných povětrnostních situací organisována také polodenní, jednodenní a dvoudenní ambulantní měření teploty vzduchu.

V malé míře bylo používáno stejné instrumentace jako při měření dlouhodobém; teplota se odečítala každou hodinu. Většinou se při těchto měřeních používaly aspirační psychrometry. Tato měření byla určena k objasnění exposičního mikroklimatu ve velkém kotlíku B. Přístroje byly umístěny jednak na všech staničkách, jednak mezi okrajovými stanicemi na šikmo zaražených tyčích, zavěšeny všude tak, aby nádobky teploměrů byly 30 cm nad půdou (obr. 11). Odečítalo se po půlhodině, teplota se zaznamenávala ve třech čteních během jedné minuty a průměr těchto čtení se považoval za základní hodnotu.[18])

Bylo-li při nedostatku pozorovatelů čtení přístrojů rozloženo na různé časové úseky, redukovala se pozdější čtení podle soustavně zjišťovaných dat psychrometru ve středu kotlíku, odkud se řídil celý postup práce.

Přístroje přímo osluněné byly udržovány neustále v chodu i v mezidobí měření; 20 vteřin před čtením bylo pohonné pero dotaženo tak, aby po dobu měření byla ventilace dostatečná (viz Schirmer 1949). Obal vlhkého teploměru byl navlhčen nejméně 5 minut před každým čtením.

Kromě uvedených ambulantních měření byla v jarní době (od dubna do června) organisována soustavná měření minimálních teplot v přízemí (10 cm nad půdou). Minimální teploměry v běžné instalaci byly umístěny na všech staničkách i mezistaničkách kotlíku B, uprostřed kotlíku C (3A) a v porostu. Tyto teploměry se odečítaly v uvedeném ročním období ráno po 7. hodině, a to jen v případech, kdy teplota v přízemí na volné ploše klesla na 0,0° C nebo níže.

4.2.3 Teplota půdy

Půdní teplota se měřila na staničkách čís. 10—14 ve velkém kotlíku, na staničce 3A v malém kotlíku a v porostu v hloubkách 2, 5, 10, 20, 50 a 100 cm, na mezistaničkách v malé ose kotlíku B v hloubkách 2, 10 a 20 cm, na staničkách v okrajovém lemu porostním na severu a jihu (10A a 14A) v hloubkách 2 a 20 cm. Teploty byly odečítány, podobně jako teploty vzduchu, ve třech denních termínech při měření dlouhodobém (1. 1. 1954—31. 12. 1956).

Ambulantní měření půdních teplot se prováděla jednak teploměry na uvedených staničkách, jednak — a to hlavně — teploměry, instalovanými po celé ploše kotlíku B a okrajového lemu porostu. Tyto teploměry byly zapuštěny do hloubky 5 cm. Zásadně, a to i při měření dlouhodobém, jsme neměřili tak zvanou „povrchovou" teplotu půdy;

---

[18]) Toto opatření je nutné proto, že aspirační psychrometr reaguje poměrně citlivě na teplotní neklid v přízemní vrstvě (Holzmann 1936) a jednotlivá čtení mají proto malou cenu. Langlo (1949, cit. podle Kramer - Post - Woudenberg 1954) doporučuje provést vždy deset čtení v sérii; ovšem posledně jmenovaní autoři zjistili, že přitom může dojít ke značným chybám v důsledku ovlivnění prostředí tělem pozorovatele. Volili jsme proto menší počet čtení, jak to praktikoval na příklad také Geiger (1941). Že při hromadném měření s přístroji (i stejně exponovanými) může docházet ke značným rozdílům, řádově podobným rozdílům z teplotního neklidu, ukazuje studie již jmenovaných Kramera - Posta - Woudenberga (1954). Pro naše účely je tedy zbytečné přehánět požadavky na přesnost měření.

Obr. 12. Půdní teploměr v misce 30 × 30 centimetrů s odstraněnou nadložní humusovou pokrývkou pro ambulantní měření půdní teploty.

Obr. 13. Měření na Danilinově mrazoměru (meteorologická stanice Bědovice).

při měření ambulantním jsme nepoužili ani hloubky 2 cm, abychom se pokud možno vzdálili připovrchové vrstvě s neobyčejně nesourodými teplotními poměry následkem pestrosti gradientů a vzhledem k prakticky nedosažitelné shodné instalaci teploměrů (viz Sapožnikova 1936). Protože teploměry v síti byly rozloženy na ploše s měnlivými poměry půdní pokrývky, byl u každého místa nejprve očištěn čtverec 30 × 30 centimetrů až na minerální půdu, a teprve pak instalován teploměr (obr. 12). Zvláštním měřením jsme si prověřili dostatečnou velikost očištěných čtverců vzhledem k možnému ovlivnění půdní teploty z okolí.

Při ambulantním měření se teploty půdy odečítaly v hodinových až dvouhodinových intervalech. Podle počtu teploměrů, zapojených do měření, byl volen počet pozorovatelů tak, aby časový rozdíl mezi prvým a posledním čtením byl malý (maximálně 15 minut). Postup byl vždy takový, že se nejdříve obešla místa s největšími změnami teploty (místa osluněná a na hranici stínu).

Kromě půdní teploty bylo pokusně na více místech měřeno promrzání půdy mrazoměry podle Daniliną v úpravě našeho Hydrometeorologického ústavu (viz Krhounek 1955), a to vždy v sousedství sady půdních teploměrů (obr. 13). Měření ukázala (zimy 1954/55 a 1956/57), že v písčité půdě (vlhké) se isolinie 0^0 C a hranice zmrzlé vody v trubičce mrazoměru shodují jen při prudkém poklesu teploty na počátku mrazivého ročního období. Jinak jeví mrazoměr v průběhu zamrzání a rozmrzání půdy výrazný fázový posun na rozdíl od nulté geoisothermy. Podle mrazoměru proniká mrznutí do půdy se zpožděním; největších hloubek dosahuje mráz později než podle teploměrů, rozmrzání pokračuje pozvolněji. Tento rozdíl bude odlišný nejen podle různé konstrukce mrazoměru (Krhounek l. c.),[19]) ale také podle různých druhů půd a jejich thermických vlastností. Vzhledem k tomu je třeba pova-

[19]) Použité mrazoměry mají slabostěnnou gumovou trubici (síla stěn 1 mm, vnitřní průměr 10 mm) a vnější trubku z viniduru o světlosti 14,5 mm. Je tedy isolační vzduchová vrstva toliko 1,25 mm okolo gumové trubičky.

žovat Danilinův přístroj — ve shodných půdách — za jednoduchý relativní instrument, asi tak jako Picheův výparoměr při měření výparu.

K přezkoušení Danilinova přístroje podle údajů půdních teploměrů je ovšem třeba dodat, že — přísně vzato — je takové srovnání metodicky chybné. Vlivem své vázanosti nemrzne půdní voda při teplotě 0^0 C, nýbrž při teplotě nižší. Rozdíl mezi údaji teploměrů a mrazoměrem bude se tedy lišit nejen podle thermických vlastností půdy, nýbrž i podle půdních fysikálně-chemických poměrů.

4.2.4 Srážky vertikální

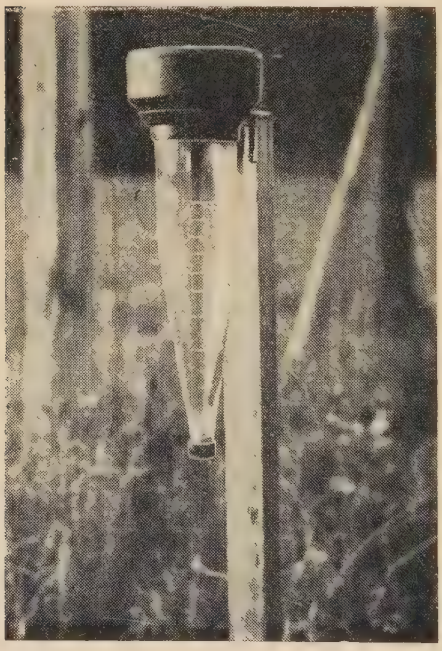
Srážky byly měřeny staničními srážkoměry a malými skleněnými dešťoměry. Velké staniční srážkoměry byly umístěny na okrajích a ve středu kotlíku B vždy nedaleko mikroklimatologické staničky, a podobně také v malém kotlíku D. V poloviční vzdálenosti mezi okraji a středem velkého kotlíku B byly na obou jeho osách umístěny malé dešťoměry ke zhuštění srážkoměrné sítě. Malé dešťoměry byly umístěny také v kotlíku C. I stanice ve volném terénu byla rovněž vybavena srážkoměrem a dešťoměrem. Všechny uvedené přístroje byly instalovány se záchytnou plochou ve výši 1 m nad povrchem půdy.

Ve vylíčeném rozložení fungovaly přístroje vždy od 1. dubna do 31. října každého roku. V zimní době — kromě stanice — zůstaly pouze srážkoměry uprostřed kotlíků B a D.

K měření srážek pod korunami porostu byly instalovány v teplém půlroce čtyři, v chladném dva srážkoměry.

Srážky se měřily pravidelně denně po 7. hodině. Kromě toho se kladl velký důraz na to, aby pozorovatel pečlivě zapisoval časový údaj začátku a konce každé srážky jakož i její tvar během celého dne.

Staniční srážkoměry (čs. typ) jsou všeobecně známé. Jako malých dešťoměrů použili jsme přístrojů typu „Jarda", které se u nás v poslední době dosti rozšířily (obr. 14). Podobně jako někteří jiní uživatelé, zjistili jsme brzo i my podstatné nedostatky v jejich funkci; přikročili jsme proto k některým zkouškám těchto dešťoměrů.



Obr. 14. Skleněný dešťoměr typu „Jarda".

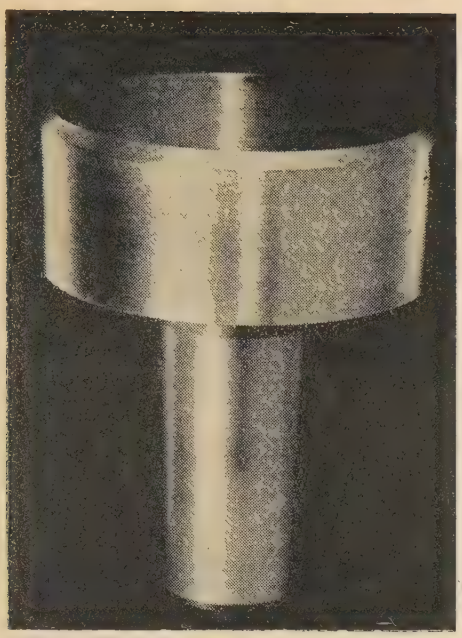
Srovnávací měření kapalných srážek v dešťoměrech typu „Jarda" a ve staničním srážkoměru se konalo v letech 1955—1956. Výsledky zkoušek byly publikovány na jiném místě (viz Krečmer - Fojt 1958).

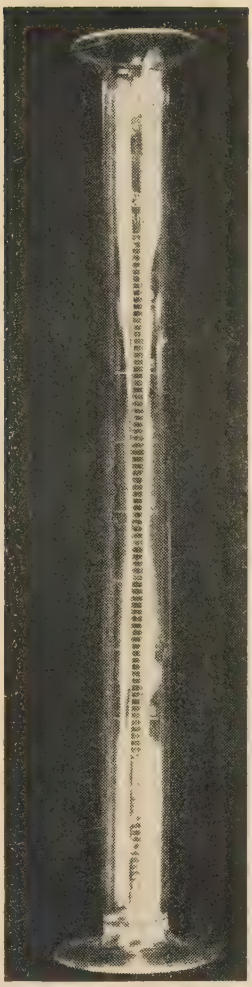
Zkoušky ukázaly, že dešťoměry typu „Jarda" jsou pro výzkumnou práci zcela nevhodné. Aby bylo vůbec možno zhodnotit údaje dvaceti námi používaných dešťoměrů, byli jsme nuceni přistoupit ke zdlouhavé rekalibraci každého přístroje a převádět data převodním grafem.

Protože další používání dešťoměrů jmenovaného typu není žádoucí, vyvinuli jsme nový malý srážkoměr, vhodný pro hromadné použití při terénních mikroklimatických měřeních a ekologických pracích. Ten je odlit v celku z lehké hliníkové slitiny, mechanicky je zcela odolný (při převozu bez balení, při instalaci v půdě, při mrazu aj.) a příhodných rozměrů (obr. 15).

Přístroj byl podobně jako dříve typ „Jarda" přezkoušen za stejných podmínek; jeho údaje byly prakticky shodné s údaji standardu — staničního srážkoměru. Výsledky byly také uveřejněny (Krečmer - Fojt l. c.).

Totoho nového typu srážkoměru jsme použili při měření srážkového profilu po malé ose velkého kotlíku B, podniknutém





Obr. 15. Nově vyvinutý hliníkový srážkoměr (menší typ) a odměrka.

v roce 1957 ke zjištění, zda existuje okapová zona na okrajích kotlíku. Přístroje byly při tom instalovány na povrchu půdy (záchytná nádobka asi 15 cm nad ní) a v rozličném odstupu (největší hustota přes čáru okapu). Srážky nebyly měřeny v tomto případě denně, nýbrž za delší srážkové období najednou.

4.2.5 Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu byla měřena jednak trvale samopisnými přístroji v malých žaluziových budkách (uprostřed kotlíků B a D, na volné ploše a v porostu). Kontrola byla prováděna pravidelným odečítáním Augustova psychrometru, umístěného v každé budce, a to jednou až dvakrát denně, zároveň s kontrolou chodu hodinového stroje.

Ambulantně byla vlhkost vzduchu měřena při teplotních měřeních aspiračními psychrometry na různých místech velkého kotlíku. Jak už bylo řečeno v kapitole o teplotě vzduchu, byly psychrometry odečítány po půlhodině vždy třikrát v intervalu jedné minuty. Počítali jsme pak s průměrem údajů těchto tří čtení.

4.2.6 Výparnost

Výparnost je mírou schopnosti ovzduší odnímat vodu z rostlin a půdy. V nové době se jí při měřeních v aplikované mikroklimatologii připisuje stále větší význam. V podstatě je to faktor typicky lokální, jenž spolu s přívodem vody srážkami řídí vodní koloběh na lokalitě. Výparnost se dá měřit mnohem snadněji než vlastní celkový výpar nebo jeho jednotlivé složky, na příklad transpirace.

K měření výparnosti jsme ve velkém měřítku používali výparoměru podle Piche. Od doby zkonstruování tohoto jednoduchého přístroje (P i c h e 1873) bylo mu věnováno mnoho studií, převážně kladně jej oceňujících a doporučujících zejména pro

Obr. 16. Picheho výparoměr na stojánku při ambulantním měření výparnosti.

práce ekologické; přehled viz ve studii Uhligově 1955, v naší literatuře u Mařana a Lhoty 1952. Jeho hlavní výhoda tkví v nepatrné hmotě, dovolující snadné přizpůsobení vnějším vlivům, a tím snadný posudek celkového účinku všech faktorů, ovlivňujících výpar, což ocenil již Langer (1882). Picheův výparoměr je svými vlastnostmi — velikost v to počítajíc — typicky mikroklimatický přístroj. Je přístrojem relativním, tak jako ostatně všechny běžné evaporimetry. Proto otázka použití krytého či nezastíněného přístroje a instrumentační spory vůbec nejsou v tomto oboru tak závažné jako jinde. Přístroj nejjednodušší je patrně také nejlepší (Haude 1952).

Při našich měřeních byly nezastíněné Picheovy evaporimetry upevněny jednak na všech mikroklimatických staničkách, jednak byly zavěšovány na jednoduché drátěné stojánky a umístěny v kotlíku B a jeho okolí v různých částech čtvercové sítě (obr. 16.). Výška odpařujícího kotouče nad půdou činila 30 cm. Setrvali jsme u zeleného kolečka savého papíru o průměru 3 cm (Walter 1928); větší průměr zvětší sice odpařovací plochu, a tím citlivost na místní podmínky výparnosti (viz na příklad Slavík - Slavíková - Jeník 1957), avšak zároveň se zvyšuje nebezpečí prosychání okrajů papírového kotouče v době maximální výparnosti a spotřeby vodní náplně během dne. Při našich měřeních jsme dbali vždy na to, aby během dne nebylo zapotřebí dolévat výparoměry vodou, neboť podle zkušebních měření projeví se dolití vždy velmi markantně na průběhu výparu v následujících hodinách (změna teploty vody nebo převlhčení kotouče).

Zelená barva papírového kotouče je od konce dvacátých let tohoto století obvyklá u všech bioklimatologů; snaží se tak zachytit co nejlíp fysikální složku, ovlivňující velikost transpirace. Poměr mezi výparností podle Picheho výparoměru a transpirací je ovšem dosud diskutován (viz na příklad Boss 1952), neboť fysiologická složka, podílející se na ovládání transpirace, může výdaj vody rozhodně ovlivnit.

Čistě z hlediska přístrojového zkoušel kotoučky bílé a zelené barvy Baumbach (1952) a v umělých podmínkách zkušebních dospěl — zatím jediný — k závěru, že mezi přístroji s kotoučky té či oné barvy není rozdílu. Odporuje to však celé řadě starších i novějších měření v přírodě.

Kolečko papíru bylo vždy jemně propíchnuto; přístroj byl zavěšován tak, aby nebyl stíněn stativem a při jednom a témž měření se používalo jen stejných přístrojů (při kratším použití menších s obsahem asi 12—14 cm^3 vody, při delším s obsahem asi 25—28 cm^3; tedy náplň dostatečná v převážné většině případů na 12 nebo 36 hodin měření).

Měření výparnosti bylo organisováno vždy ambulantním způsobem. Výparoměry byly odečítány (v cm^3 odpařené vody a jejich desetinách) po hodinových intervalech, takže byly získány sumy hodinové i celkové.

4.2.7 Rosa

Měření rosy bylo zařaděno do programu proto, že rose přikládáme značný význam jak v ohledu mikroklimatologickém, tak ekologickém. Z rozličných metod měření rosy (viz Uhlíř 1948) byla námi zvolena metoda Duvdevaniho (1947), tak zvaná optická metoda měření rosy. Tato (lépe okulární) metoda měření množství rosy je velmi vhodná pro mikroklimatická a ekologická šetření vzhledem ke snadné obsluze roso-

měru a možnosti hromadného použití tohoto jednoduchého přístroje (viz také Krečmer 1958 b).

Při interpretaci výsledků, zejména při ambulantních měřeních, je třeba si ovšem uvědomit, že získaná data mají význam výlučně klimatologický (nebo mikroklimatologický) a neumožňují případné fysikálně-meteorologické rozbory. Ekologické možnosti interpretace výsledků však po základních fysikálních rozborech funkce rosoměrných přístrojů (viz Hofmann 1955) silně vzrostly. Energetický pohled na tvorbu rosy pozměňuje zde domněnku o velikých rozdílech mezi množstvím rosy na rostlinách a na umělých látkách rosoměrných instrumentů, zakořeněnou od prací Hiltnerových zejména v botanické literatuře (srv. Krečmer 1951).

Nelze však říci, že by orosení rosoměru a rostlin bylo vždy shodné, neboť meteorologické elementy, ovlivňující tvorbu rosy, nemusí přesně stejným způsobem působit při vnější aktivní ploše u rostliny i rosoměru, třeba nedaleko instalovaného. Malé rozdíly řídících elementů mohou podmiňovat značné odchylky v orosení (Hofmann 1955).

Obr. 17. Duvdevaniho rosoměry. Na snímku je dobře patrné rozdílné orosení ve výšce 30 a 50 cm (snímek ze stanice ve volném terénu).

Rosoměrné destičky podle Duvdevaniho (25×5×2,5 cm) byly vyrobeny z měkkého dřeva bez suků a natřeny tuzemským lakem červené barvy,[20]) shodné s barvou laku originálního. Rosoměrné destičky byly instalovány denně ve vegetační době od 1. dubna do 31. října v letech 1955—1956, a to v kotlíku B na všech hlavních mikroklimatologických staničkách (10—14), v kotlíku C na staničce 3A, v porostu i na volné ploše, ve výšce 30 cm nad povrchem půdy. Rosoměry byly pokládány na vidlice s nosiči teploměrů (obr. 17); při denním měření byly vyloženy vždy ve večerním pozorovacím termínu (okolo 21 hodin), odečítány ráno okolo 7. hodiny; po ošetření byly pak přes den uloženy do jednoduchých, pro to určených žaluziových budek.

Kromě tohoto trvalého měření byla podniknuta měření ambulantní; tehdy byly rosoměry vyloženy vždy při západu slunce na různých místech kotlíků a v různých výškách nad zemí. Údaje se odečítaly každou hodinu až do ranních hodin, když tvorba rosy ustala. V případě potřeby sledovalo se pak ještě dále trvání rosy na některých místech až do úplného jejího vypaření. Takto uspořádaná měření nemohou samozřejmě podat zcela přesný obraz o průběhu tvorby rosy během noci, protože na rosoměru Duvdevaniho nelze zjistit případné přerušení tvorby rosy a její částečný výpar (obrazce zůstávají zachovány) jako na drosografu. Přes to získané výsledky dovolí relativní srovnání mezi různými místy, zejména o trvání orosení a celkovém množství rosy, vytvořeném v dílčích časových úsecích i v souhrnu. Podle Shawa (1954) je korelační vztah mezi trváním orosení na rostlinách a Duvdevaniho rosoměrech.

Při odečítání množství rosy bylo používáno původní Duvdevaniho stupnice s originálními obrázky jednotlivých stupňů orosení. Oprávněnost tohoto postupu byla přezkoušena (viz Krečmer 1958 b).

Výška měřiště při denním měření i při většině měření ambulantních byla stanovena na 30 cm proto, abychom se přiblížili vrstvám, zaujímaným mladými dřevinami a umístili i rosoměr do výše většiny našich ostatních mikroklimatologických měření. Poměr množství rosy, naměřeného v této výšce, k množství v jiných výškách, ukázal se být v našich podmínkách dosti stálým v této relaci (výšky v cm):

$$10 < 30 < 100$$

Tak na příklad na stanici na volné ploše bylo ze 118 srovnatelných měření v letech 1955/56 jen 14 případů s poměrem $30 > 100$. Celkem 80 % těchto případů se vyskytlo

[20]) Dodávka z roku 1954 od Výzkumného ústavu nátěrových hmot v Praze.

Obr. 18. Odběr vzorků sněhu k stanovení vodní hodnoty a hustoty sněhové pokrývky metodou objemovou.

za typů počasí nepříznivých pro vznik výrazného samostatného mikroklimatu. Uvedené vztahy však nemusí platit na jiných místech (viz Duvdevani 1949 a další literaturu, citovanou Krečmerem 1951).

4.2.8 Sněhová pokrývka

Vzhledem ke značnému významu sněhové pokrývky pro půdní podnebí, včetně vodního režimu, pro mikroklima i rostlinnou ekologii (u dřevin zejména v předjaří), byla do metodiky výzkumných prací zařaděna také měření sněhové pokrývky.

Při sněhoměrných pozorováních se v letech 1954—1956 sledovala celková výška, vodní hodnota, specifická vodní hodnota a plošné rozložení sněhové pokrývky.

Údaje o sněhové pokrývce se zjišťovaly v takových mezidobích, aby byl v hrubých rysech zachycen celkový průběh stanovených ukazatelů během zimy (sněžných období). Zvláštní pozornost byla věnována tání. Podle těchto zásad se měřilo za stálého mrazivého počasí jednou za 7—14 dní, za nestálého počasí nebo za tání častěji, třeba i denně.

Měření se provádělo v kotlících B, C a D, na volné ploše a v porostu okolo kotlíků pro účely srovnávací. Výška sněhové pokrývky se stanovila v kotlících po osách, počínajíc od vnitřního lemu okolního porostu asi po 3 m po celé délce os až opět pod okrajové stromy na protilehlé straně. Výška byla měřena na každém místě dvakrát (po obou stranách pěšiny) na neporušené sněhové pokrývce. V porostu a ve volném terénu se měřilo podél 50 m dlouhé čáry vždy po 5 m, po obou jejích stranách. Z měření po obou stranách této pochodové linie se bral průměr. Výška sněhu — vzhledem k převážně nízké pokrývce — se měřila přizpůsobeným krátkým měřítkem.

Vodní hodnota byla zjišťována v kotlících v okolí mikroklimatických staniček (střed a čtyři místa), v porostu a na volné ploše podél 50 m dlouhé linie vždy po 10 m. Na každém místě se odebral vzorek sněhu a zároveň se změřila výška sněhové pokrývky. Vzhledem k poměrně velmi vyrovnané sněhové vrstvě a charakteru výzkumu jevil se uvedený rozsah měření jako vyhovující. Vlastní měření se provádělo způsobem objemovým, zcela jednoduše (obr. 18): do neporušeného sněhu se zarazil až k půdě dutý kovový válec, jenž vyřízl vzorek sněhu; soudržný sníh se ve válci udržel; byl-li sníh nesoudržný (nízká pokrývka, přemrzlý nebo mokrý sníh) byl kolem stojícího (zaraženého) válce sníh lopatkou odstraněn, válec samotný opatrně zdvižen a vyříznutý vzorek pečlivě přenesen do připravené nádoby. Očíslované nádoby se vzorky byly pak dopraveny do teplé místnosti a voda z roztálého sněhu přeměřena v mensuře staničního srážkoměru. Pro daný průměr kovového válce byl stanoven přepočítací koeficient (průměr válce byl 14,62 cm, k = 3), jímž se údaj vynásobil, a tak se získala vodní hodnota. Specifická vodní hodnota byla vypočtena jako údaj vodní hodnoty 1 cm sněhové pokrývky podle vzorce

$$V_{sp} = \frac{h}{v},$$

kde v je vodní hodnota sněhové pokrývky v mm, h výška sněhu v cm.

Toto vyjádření je obvyklé v československé srážkoměrné službě; ostatně ve všech používaných definicích není v podstatě rozdílu.

Při měření vodní hodnoty se neuvažovala případná ledová vrstva na povrchu půdy. Jakost a vrstvení sněhu byly zachyceny při každém měření slovním popisem.

Obr. 19. Odběr vzorků půdy k stanovení půdní vlhkosti.

Ukázalo se, že použitá objemová metoda je vzhledem k převážně malým výškám sněhové pokrývky velmi praktická a naprosto vyhovující.

Rozložení sněhové pokrývky bylo sledováno zakreslováním jejích hranic ve čtvercové síti kotlíků B a C a v jejich okolí. Do plánků se zakreslovalo podle potřeby, v době jarního tání denně.

4.2.9 Vlhkost půdy

Jako významnému činiteli v životě rostlinstva na chudých písčitých půdách byla věnována také pozornost hydropedologickým poměrům v kotlíkové seči.

Vlhkost půdy byla sledována běžnou metodou váhovou. Váha vzorků zeminy kolísala mezi 10—60 g; z větších hloubek byly brány menší vzorky. Viz obraz 19.

Vyskytly se případy, že vyschlý sypký písek povrchových vrstev se neudržel v zářezu sondovací tyče. Pak pomohl námi přizpůsobený Frenkelův půdní vrták, který umožňuje odběr jakkoliv sypké zeminy do uzavíratelné komory. Místo původního vrtacího zařízení jsme připevnili na dolní konec komory ostrý bodec, který usnadnil a urychlil zaražení sondy do písčité půdy.

Půdní vzorky byly odebírány v kotlících B a C uprostřed, na čtyřech místech poblíž mikroklimatických staniček a v kotlíku B také pod vnitřním lemem okolního porostu u míst 10A a 14A, tedy na stinné a osluněné straně. Vzorky se odebíraly po celý rok, ve vegetační době asi jednou až dvakrát za měsíc, v době mimovegetační jedenkrát měsíčně. Termín nebyl určován přesně kalendářně, nýbrž podle možnosti tak, aby vystihl předcházející povětrnostní období.

V kotlících B a C se také sledoval vliv isolačního příkůpku na vlhkost půdy v okrajových částech kotlíků. Za tím účelem bylo zvoleno v blízkosti místa odběru normálních vzorků další místo (obvykle na druhé straně mikroklimatické staničky), kolem něhož byl na straně k porostu vykopán 80 cm hluboký příkop tvaru polokruhu, 30 cm široký. Kořeny zasahující do kotlíku byly přeťaty, příkop pak zaházen a jeho průběh označen kolíky. Uvedená hloubka příkůpku byla dostatečná, aby všechny kořeny byly

přerušeny. Odběr na takto isolovaném místě se dál vždy jen z oblasti chráněné příkopem. Přerytí bylo občas opakováno (možná regenerace kořenů).

Vzorky se odebíraly v roce 1954 s povrchu a z hloubek 5, 10, 20, 50 a 100 cm, uprostřed kotlíku a v porostu ještě i z hloubky 180 cm. V letech 1955 a 1956 se podle nabytých zkušeností odebíralo od 10 do 100 cm hloubky po 10 cm hloubky, uprostřed kotlíků a v porostu ještě od 100 cm po 20 cm do hloubky 180 cm. Na místech 10A a 14A byly vzorky brány do 50 cm po decimetru a vzorek z hloubky 100 cm. Vzorky byly brány z uvedených hloubek v rozmezí ± 2—2,5 cm.

Důležitým úkolem při metodické části naší výzkumné práce bylo v oboru hydropedologickém stanovení potřebného počtu odebíraných vzorků, aby se dosáhlo žádoucího stupně přesnosti výsledků. Jsme často svědky, zejména při pracích ekologů, jak — svedeni možností velmi přesného vážení — vypočítávají vlhkost odebraného jediného vzorku až na setiny procenta, zapomínajíce na velmi nestejnoměrné rozložení vody v půdě a malou průkaznou hodnotu náhodného, několik desítek gramů vážícího vzorku. V a s i l e v (1950) ukázal názorně, že při lesnických výzkumech vodního režimu je matematické prověření materiálu nejen možné, ale naprosto nutné k získání pojmu o přesnosti, s níž pracujeme. Podobně poukazuje na význam matematického prověření Š p a k (1954).

Z hlediska matematicko-statistického bylo v našem případě třeba stanovit rozsah výběru n tak, aby platilo, že rozdíl výběrového a skutečného průměru při zvolené míře spolehlivosti, vyjádřené pravděpodobností, bude menší než zvolená hodnota Δ (delta). Vyjádřeno symbolem:

$$P\{(\bar{x} - \mu) < \Delta\} = \alpha,$$

kde značí $\bar{x}$ výběrový průměr,
μ skutečný průměr,
Δ zvolenou hodnotu přípustného rozdílu a
α míru spolehlivosti.

Za předpokladu, že $\Delta = k_\alpha . t$ můžeme psát $\Delta = k_\alpha . \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$, protože $t = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$.

Pak výsledný vzorec zní: $n = \frac{k_\alpha^2 . \sigma_x^2}{\Delta^2}$.

Výrazy ve vzorcích značí: k_α koeficient (je funkcí α), σ_x směrodatná odchylka, t směrodatná odchylka výběrového průměru.

Při pravděpodobnosti $\alpha = 0{,}10$ činí koeficient k_α 1,28 (viz H a l d). Celkové výsledky statistické operace jsou shromážděny v tabulce III. Jak je z ní patrno, byly z hloubek od 10 do 100 cm odebrány paralelně vzorky zeminy v nedalekém sousedství výzkumných kotlíků. Paralel bylo 12 kromě hloubky 100 cm, kde musily být 3 vzorky vyloučeny pro chyby při další manipulaci. Data pro každou vrstvu představují malý statistický soubor; proměnlivost je pokládána za náhodnou. Ze statistických ukazatelů byly stanoveny:

Statistické vyšetření přesnosti

Hloubka cm	Vlhkost půdy ve váhových procentech											
10	9,6	7,4	6,8	8,5	8,4	6,2	8,5	7,2	6,2	7,9	7,4	8,0
20	7,9	7,1	7,2	6,4	6,7	7,0	7,7	6,4	7,1	7,6	6,9	7,6
30	6,9	7,2	6,9	6,5	6,6	6,4	7,9	7,4	6,1	7,1	7,1	6,6
40	5,5	5,8	5,5	6,2	5,8	6,4	5,7	5,9	5,6	5,9	6,4	6,7
50	5,3	5,9	5,3	5,6	5,4	5,1	5,2	5,2	4,9	4,7	5,6	6,3
60	5,3	4,9	5,1	5,0	4,7	5,8	4,7	4,8	5,0	5,4	5,1	5,6
70	5,2	5,0	4,6	4,6	4,4	5,2	5,3	4,5	4,8	4,9	5,5	5,6
80	5,1	5,5	4,9	4,5	4,9	5,6	5,3	5,3	4,9	5,6	5,1	5,4
90	4,5	5,2	4,5	4,6	4,3	5,3	4,3	4,8	5,4	5,5	5,5	3,9
100	4,6	4,4	4,5	4,6	3,8	3,8	4,0	4,2	4,5	—	—	—

$n_{x\%}$ — počet vzorků půdy nutný k dosažení přesnosti v určení vlhkosti na ± x% (váhy)

aritmetický průměr $\bar{x} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$

variační koeficient $v_x = \pm \frac{\sigma_x}{\bar{x}} . 100$

nestranný odhad směrodatné odchylky $\sigma_x = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n x_i^2 - n . \bar{x}^2}{n-1}}$

směrodatná chyba aritmetického průměru $t = \pm \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$

relativní chyba aritmetického průměru $r_x = \pm \frac{t}{\bar{x}} . 100$

Výsledky uvedené v tabulce ukazují, že k dosažení větší přesnosti při stanovení půdní vlhkosti je zapotřebí i na písčitých půdách několika paralel při odběru vzorků. Vystupují tu zejména svrchní vrstvy půdy, kde na příklad k dosažení spolehlivosti výsledků na 0,5 % vlhkosti (váhově) je třeba asi 8 vzorků. Avšak i v hloubce půdního profilu vyskytují se místa s potřebou většího počtu vzorků k zajištění zmíněné přesnosti (viz hloubky 40 a 90 cm). Podle zjištění v kopané sondě, zřízené v bezprostřední blízkosti místa odběru vzorků k uvedenému statistickému šetření, zvyšuje se nepřesnost ve stanovení vlhkosti v těch vrstvách půdy, kde jsou větší vložky hrubšího materiálu.

Vzhledem k větší homogenitě půdního profilu v místech vlastních odběrů vzorků a vzhledem k technickým možnostem stanovili jsme počet nutných paralel při našich pracích na dvě. Tak, kromě vzorků z hloubky 10 cm, můžeme zajistit přesnost stanovení vlhkosti půdy až na 0,5 %. Pro vznikající nepřesnosti jsme také v roce 1955 přerušili odběr vzorků z hloubek menších než 10 cm. Jak známo, již Ramann (1906) z těchže důvodů vypouštěl vůbec svrchní vrstvu půdy do hloubky 15 cm z hydropedologických úvah. Údaje značně odchylné byly před zpracováním materiálu vypuštěny (viz Derevickij 1957).

Jak bylo řečeno, byla vlhkost půdy stanovena ve váhových procentech. Nehledíc na to, že při rozsáhlých měřeních na omezené ploše činilo by použití metod objemového stanovení půdní vlhkosti značné obtíže (na příklad volumenometrické vrtáky) nebo by bylo vůbec nemožné (na příklad Kopeckého válečky), nehrozí za daných půdních podmínek nebezpečí zkreslení dat pro srovnávací účely při profilovém měření (viz Burger 1922, Ernst 1928). Pro úvahy o obsahu vody v půdě a bilanční výpočty je možno přepočítat váhová procenta na objemová (objemová váha půdy byla stanovena) s dalšími výpočty obsahu vody v milimetrech, jak se dnes běžně praktikuje tam, kde objemové stanovení půdní vlhkosti není přímo technicky možné (srv. Uhlig 1951 a, b).

měření půdní vlhkosti písčité půdy Tabulka III

Σ	n	$\bar{x}$	G_x	v_x	t	r_x	n ±0,5 %	n ±1,0 %	p_2
91,5	12	7,6	1,11	14,60	0,32	4,2	8,3	2,0	1,00
85,6	12	7,1	0,87	12,25	0,25	3,5	4,9	1,2	0,62
82,7	12	6,9	0,33	4,78	0,09	1,4	1,0	1,0	0,09
71,4	12	5,9	0,88	14,78	0,25	4,3	5,1	1,3	0,64
64,5	12	5,4	0,50	9,25	0,14	2,7	1,6	1,0	0,20
61,4	12	5,1	0,54	10,58	0,15	3,0	1,9	1,0	0,24
59,6	12	5,0	0,34	6,80	0,09	2,0	1,0	1,0	0,09
62,1	12	5,2	0,24	4,61	0,06	1,3	1,0	1,0	0,09
57,8	12	4,8	0,68	14,16	0,19	4,1	3,0	1,0	0,38
38,4	9	4,3	0,27	6,27	0,09	1,8	1,0	1,0	0,12

p_2 = přesnost určení vlhkosti v ± % (váhy) při odběru dvou vzorků

II. Výsledky výzkumu

1 ZÁŘENÍ

Jak bylo zdůrazněno už v kapitole o metodice měření, nemohli jsme z různých příčin věnovat faktoru záření takovou pozornost, jakou si vzhledem k základnímu klimatogenetickému významu v mikroklimatologii zaslouží. Některá získaná fakta mohou však přece dopomoci ke konstrukci celkového obrazu o mikroklimatickém režimu kotlíků; uvádíme je dále.

1.1 Oslunění

Bezprostřední význam pro rozbor výsledků našich měření má zajisté délka a doba oslunění rozličných částí kotlíkové plochy během roku. Již dřívější studie, týkající se mikroklimatických poměrů v kotlíku (zabývali jsme se jimi v kapitole 1.2 Problematika), přinesly doklady o tom, že sluneční záření má rozhodující význam při vytváření mosaiky klimat v kotlíkové seči.

Poměry oslunění jsme sledovali v průběhu celého roku především zakreslováním hranice přímého světla a stínu ve dvouhodinových intervalech alespoň jednou měsíčně. Po vynesení rozhraničujících linií na plán kotlíků bylo výsledků použito při rozboru mikroklimatických měření a jsou společně uvedeny na příslušných místech kapitol, věnovaných jednotlivým sledovaným mikroklimatickým elementům.

Oslunění jsme zjišťovali také nově vyvinutým typem přístroje k měření denního oblouku Slunce, jímž lze stanovit délku maximálně možného oslunění určitého místa v hodinách za měsíc či za rok. Takové proměření zdánlivé denní dráhy Slunce bylo provedeno na 31 místech velkého kotlíku B a na 6 místech malého kotlíku C.

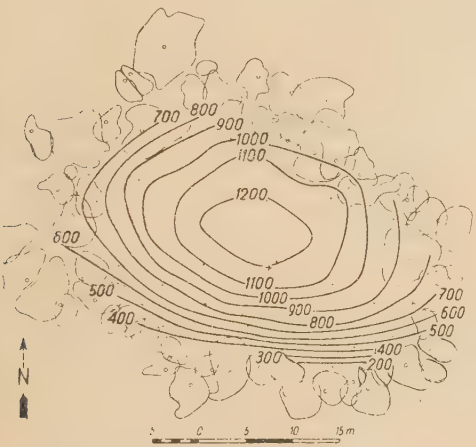
Měření novým přístrojem bylo shledáno jako naprosto vyhovující a při spolupráci dvou osob (měřič a pomocník; pomocník nastavuje hodnotu deklinace a zapisuje) velmi rychlé. Měření na jednom místě, zjištění doby východu a západu slunce pro 46 hodnot deklinace trvá 45 minut, přípravu stroje v to počítajíc. Přístroj byl předem opticky přezkoušen ve své funkci nastavením polohy Slunce za jasných dnů a ověřením hodnot, čtených na deklinačním a hodinovém kruhu v astronomických tabulkách.

Výsledek měření je zachycen v grafech 7 a 8 pro velký a malý kotlík. Isolinie ohraničují místa se stejným počtem hodin přímého ozáření sluncem v ročním úhrnu maximálně možného svitu (bez zřetele na oblačnost).

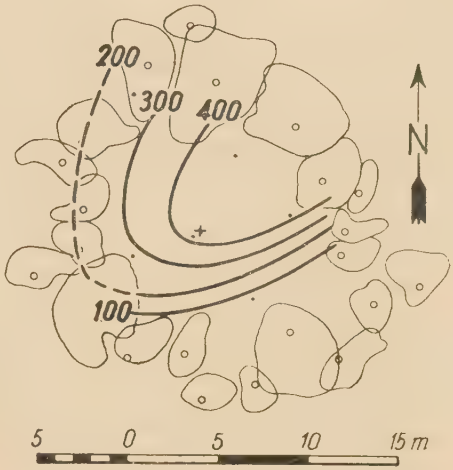
Ve velkém kotlíku jsou místa s nejdelší možnou dobou slunečního svitu položena v centrální části, avšak poněkud excentricky (posun od středu k NW), podobně jako je posunut celý obraz isolinií v důsledku orientace os kotlíku a jeho velikosti. Počet hodin slunečního svitu činí v té části 1200 a více za rok; zachycené maximum však nikde nedosahuje 1300 hodin. Položíme-li astronomicky maximálně možný svit při matematickém horizontu na 50^0 severní zeměpisné šířky v hodnotě asi 4453 hodin ročně rovný 100 %, pak vykazuje kotlík na místech nejdéle osluněných jen 29 % této teoretické hodnoty volného terénu, severní okraj 25 %, západní 20 %, východní 18 % a jižní pouze 13 %.

Na prvý pohled bychom očekávali nejvyšší hodnoty teoreticky možného slunečního svitu na severním okraji velkého kotlíku B, který slunce osvi-

cuje v sezónním průběhu v nejdelším datumovém rozpětí (od března do října). Je třeba si však uvědomit, že po okrajích klouže hranice stínu poměrně rychle, zatím co ve středních částech mění svou polohu mnohem pomaleji. Dokladem toho je na příklad i fakt, že absolutně nejvyšší měsíční hodnota maximálně možného svitu byla shledána v červnu a červenci, tedy v době, kdy je ozařována největší část plochy kotlíku B, při hranici zástinu na jižní půli kotlíku v pásmu mezi středem a jižním okrajem (přibližně v úrovni stanice 10B).



Graf 7. Isohelie v kotlíku B. Sluneční svit maximálně možný bez ohledu na oblačnost (v hodinách za rok).



Graf 8. Isohelie v kotlíku C. Sluneční svit maximálně možný bez ohledu na oblačnost (v hodinách za rok).

V malém okrouhlém kotlíku C je doba oslunění pronikavě omezena. Isolinie stejné doby oslunění jeví excentrický tvar s osou souměrnosti přibližně ve směru SW—NE. Tato odchylka z očekávaného směru osy S—N je způsobena nepravidelností okraje korun, zejména hlubokým zářezem skutečného horizontu na jihozápadní straně kotlíku. Při průměrném úhlu zástin 64^0 dosahuje zde výška skutečného horizontu jen 48^0 nad matematickým obzorem (viz graf 4). Poloha isolinií je tak určena čistě místním vlivem,

Maximální hodnota teoreticky možného oslunění je v malém kotlíku dosažena na severním okraji (maximum asi 490 hodin ročně). Oblast 400 hodin, charakteristická pro místa intensívně ozařovaná sluncem v plném létě, se rozprostírá mezi středem kotlíku C a severním, po případě severovýchodním okrajem. Na tu plochu svítí slunce od května do července až srpna; teoreticky možný počet hodin svitu v měsíci činí zde 90—150. V ostatní době a na jiných místech je již délka přímého svitu slunce prakticky (ekologicky) téměř zanedbatelná, neboť činí v měsíčních úhrnech nanejvýš několik desítek hodin. Ve srovnání s maximálně možnou hodnotou slunečního svitu ve volném terénu (= 100 %) má severní část malého kotlíku nejvýše asi 11 % teoreticky možného svitu nad matematickým obzorem, střed 9 %, západní a východní část 5—6 %, jižní pouze 1—2 %.

Srovnáme-li poměry v obou sledovaných typech kotlíků zjistíme, že malý kotlík C vykazuje na ploše nejvíc osluněné stejný počet hodin teoreticky možného slunečního svitu jako pásmo u samého jižního okraje velkého kotlíku B (ve vzdálenosti okolo 2 m od okraje korun). Toto konstatování — samo o sobě zcela statického charakteru — je třeba doplnit: severní, po příp. severovýchodní část malého kotlíku C je ozařována sluncem hlavně okolo poledne, v době maximálního přívodu radiační energie, zatím co příslušné části kotlíku B vykazují přímé oslunění především v časných dopoledních a pozdních odpoledních hodinách. Ani energeticky z hlediska fysikální mikrometeorologie, ani ekologicky z hlediska lesníka-pěstitele není proto možno označit srovnávané plochy za totožné. Severní části malého kotlíku nemůžeme ovšem srovnávat ani s těmi místy velkého kotlíku B, které jsou sluncem ozářeny ve stejnou denní dobu, to je okolo poledne. Liší se pronikavě délkou oslunění; na příklad uprostřed července trvá oslunění na severní straně kotlíku B celkem přes sedm hodin, v kotlíku C jen tři hodiny denně.

1.2 Radiace

V oboru přímého měření radiace jsme v první fázi výzkumu mohli přikročit jen k prvním pokusům. Provedli jsme na příklad měření příjmu energie z globálního záření thermočlánkovým pyranometrem dne 26. září 1956. V celkové sumě jevila se energetická situace za uvedený den takto:

Místo (stanice):	Suma gcal . cm^{-2} . den^{-1}	v % volné plochy
Kotlík B		
Střed kotlíku (stanice 12)	87	24
jižní okraj (10)	46	12
západní okraj (13)	96	26
východní okraj (11)	60	16
severní okraj (14)	238	64
Otevřený terén		
Meteorologická stanice Pokusné plochy	370	100

Jak je vidět, přijala nejvíce energie severní strana, jejíž postavení je v dané sezóně roku v příjmu energie výjimečné. Vcelku však přijala jen 64 % množství energie připadající na volnou plochu. Podle momentních hodnot, zjišťovaných v půlhodinových intervalech, dostávala severní část plochy kotlíku stejné množství energie jako volná plocha v době mezi 10,00—13,30 hodinou. Menší celkové množství přijaté tepelné energie za den jde tedy na účet časných dopoledních a pozdějších odpoledních hodin. Fakt, že při značném zakrytí oblohy vykazuje severní strana kotlíku po část dne plný požitek globálního záření, svědčí o účasti reflexního záření v tepelném režimu osluněného okraje kotlíku. O významu tohoto faktu pro vytváření mikroklimatu zejména okolo poledne není možno pochybovat.

Je otázkou dalších výzkumů sledovat poměry příjmu zářivé energie v kotlících během dalších ročních období a získat tak podklady pro posouzení základních příčin denní a sezónní dynamiky kotlíkového mikroklimatu. Nastoupená cesta je z hlediska metodického podle nabytých zkušeností schůdná.

Z dalších pokusů v oboru radiačním je třeba se zmínit o bilančním propočtu dlouhovlnného nočního vyzařování, provedeném na základě dat ze speciálního měření dne 19. září 1955. Metodické podrobnosti měření jsou stručně uvedeny v kapitole o metodice. Základní hodnoty výpočtu byly změřeny uvedeného dne v 21,10 hodin takto:

Kotlík B (stanice 12):

Teplota vzduchu ve 100 cm	6,3° C,
vlhkost vzduchu	r = 97 %, e = 6,8 mm,
teplota stěn (průměr z deseti míst)	7,5° C,
teplota povrchu půdy (stejně)	5,8° C.

Kotlík C (stanice 3A):

Teplota vzduchu ve 100 cm	6,6° C,
vlhkost vzduchu	r = 97 %, e = 7,0 mm,
teplota stěn (průměr z deseti míst)	8,2° C,
teplota povrchu půdy (stejně)	6,2° C.

Skutečný obzor, zjištěný měřením ze středu obou kotlíků, byl vynesen do Bolzova diagramu (B o l z 1951) a planimetrem stanoveny tyto poměry zaclonění:

kotlík B:	obloha 56,14 %,	stěny 43,86 %;
kotlík C:	obloha 21,69 %,	stěny 78,31 %.

Výpočet bilance dlouhovlnného záření pro jednotku plochy černého zářiče[21]) jsme provedli podle rovnice

$$B = Z + P - V,$$

kde Z znamená protizáření z nezastíněné oblohy. P přizáření energie od stěn porostu a V vyzařování plošné jednotky na povrchu půdy.

Protizáření bylo vypočteno podle formule[22])

$$Z = \sigma \,.\, T_o^4 \,(0{,}594 + 0{,}048 \,.\, \sqrt{e}),$$

kde σ je Stefan-Bolzmannova konstanta v hodnotě $8{,}26 \,.\, 10^{-11}$, T_o teplota vzduchu v absolutní stupnici, e tlak vodní páry v mm.

Vyzařování z plošné jednotky V po případě přizáření P rovná se

$$\sigma T_o^4,$$

přičemž T_o je teplota povrchu.

Podle výpočtu činilo (v cal. cm^{-2} . min.$^{-1}$):

	v kotlíku B	v kotlíku C
protizáření	0,361	0,364
přizáření	0,511	0,516
vyzařování z půdy	0,494	0,502

Celkový bilanční propočet s ohledem na míru zaclonění vykázal následující výsledky (v cal. cm^{-2} . min.$^{-1}$):

Kotlík B

protizáření z volné oblohy	0,361 . 0,56	0,202
přizáření od stěn	0,511 . 0,44	0,225 (plus)
		0,427

[21]) Povrchy námi uvažované možno s určitou nepřesností za takové považovat.

[22]) Viz G e i g e r (1950, str. 17).

vyzařování plošné jednotky povrchu půdy pro $t_0 = 5{,}8^0$ C		0,494	(minus)
	Bilance	0,067	
bez vlivu stěn porostu	0,361 - 0,494	0,133	
střed kotlíku v procentu volné plochy: 50 %.			
Kotlík C			
protizáření z volné oblohy	0,364 . 0,22	0,080	
přizáření od stěn	0,516 . 0,78	0,402	(plus)
		0,482	
vyzařování plošné jednotky povrchu půdy pro $t_0 = 6{,}2^0$ C		0,502	(minus)
	Bilance	0,020	
bez vlivu stěn porostu	0,364 - 0,502	0,138	
střed kotlíku v procentu volné plochy: 14 %.			

Výsledky bilančního propočtu tedy ukazují, že za jasné noci s intensivním vyzařováním činí efektivní radiace uprostřed velkého kotlíku B toliko 50 %, uprostřed malého kotlíku C jen 14 % efektivního vyzařování volné plochy. Výpočet ukazuje neudržitelnost domněnky, vyslovené Falckenbergem (1931), že vznik mrazových děr v kotlících a na světlinách je podmíněn radiačně, omezením protizáření oblohy.

Je možno proto očekávat, že za dané velikosti jak malý, tak velký kotlík nebudou zvětšovat nebezpečí pozdních nebo časných mrazíků. Konečný závěr bude možný ovšem až po zpracování dat z měření minimálních teplot vzduchu, což bude podáno v dalším pokračování této studie. V nich se kromě efektů radiace projeví i ostatní účinní činitelé, zejména pohyb vzduchu.

1.3 Závěry

Přímé oslunění ploch kotlíků bylo stanoveno námi nově vyvinutým přístrojem k měření denního oblouku Slunce.

V kotlíku B dosahuje počet hodin přímého oslunění nejvýše necelé třetiny (29 %) možného oslunění volné plochy. Celkový obraz isolinií je přizpůsoben tvaru kotlíku a je posunut od středu kotlíku směrem k NW. Nejdelší dobu oslunění má v ročním úhrnu centrální část kotlíku, rovněž s malým posunem k severozápadu. Orientací os kotlíku (jejich pootočením ze směru hlavních světových stran ve smyslu hodinových ručiček) dosáhl tedy pěstitel určité diferenciace mezi východní a západní částí kotlíku; západní část se posunula — povšechně řečeno — do tepla a sucha, východní do chladna a vlhka.

V malém kotlíku omezuje zástin porostních stěn pronikavě dobu oslunění. Přímé oslunění je zde významným faktorem pouze v severní půli kotlíku, neboť osluněná plocha je silně excentricky vysunuta. Slunce svítí na jeho severní část, na plochu maximálně ozařovanou, nejdéle po 11 % doby svitu ve volném terénu (38 % doby maximálně možné v kotlíku B).

Bylo poukázáno na to, že plochy se stejnou dobou teoreticky možného slunečního svitu v obou kotlících nelze dobře srovnávat pro odlišnosti v radiační dynamice, významné jak z fysikálního, tak ekologického hlediska. Další výzkum je tu potřeba provádět vyšetřováním přívodu zářivé

energie na jednotlivých částech kotlíků, jak to bylo ukázáno na jednom pyranometrickém pozorování globálního záření v kotlíku B.

Bilanční propočet dlouhovlnného záření v době časných podzimních mrazíků ukázal, že velký kotlík tlumí na rozdíl od volného terénu efektivní vyzařování ve svém středu o 50 %, kotlík malý o 86 %. Lze tedy předpokládat, že zřízením kotlíků nevytvořil pěstitel v porostu mrazové díry.

2 TEPLOTA VZDUCHU

Jak bylo vyloženo ve statích metodických, byly teplotní poměry studovány trvalým měřením i pozorováním ambulantního typu. Trvalé měření mělo za účel získat dlouhodobé průměrné ukazatele a jiné charakteristiky statistické. Krátkodobá ambulatní měření měla blíže ujasnit dynamiku kotlíkového teplotního mikroklimatu.

Místa měření na okrajích velkého kotlíku B ležela směrem ke koncům jeho hlavních os (stanice 10, 11, 13 a 14), případně při podrobných měřeních ještě v poloviční vzdálenosti v mezilehlé prostoře při okraji kotlíku. Vzhledem k tomu, že jistý odklon hlavních os kotlíku od směru hlavních světových stran může mít při podrobných měřeních význam pro hodnocení výsledků, označujeme měřením dotčená místa tímto způsobem: při povšechných měřeních, kdy každá stanice představuje širší lokalitu na okraji kotlíku, označujeme místa hlavních stanic podle blízké hlavní světové strany, bez ohledu na malou odchylku. Tak představuje stanice čís. 10 prostor jižní, čís. 13 západní, čís. 14 severní a čís. 11 východní v širším slova smyslu. Při podrobných měřeních označujeme zásadně místa měření azimutem vzhledem k centru kotlíku a místa jmenujeme přesně podle této míry (0^0 jih, 90^0 západ, 180^0 sever a 270^0 východ).

Při dlouhodobém měření bylo získáno téměř 60 000 dat o teplotě vzduchu. Nejobtížnější bylo prvotní zpracování tohoto materiálu s respekto-

Průměrná měsíční teplota vzduchu 1954/56 Tabulka V
(výška 30 cm)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Kotlík B												
střed	— 3,4	— 7,6	1,1	5,1	12,2	16,0	17,0	16,5	13,4	7,0	1,3	1,1
10	— 3,7	— 7,5	1,2	5,0	11,8	15,6	16,6	16,1	13,4	7,0	1,4	1,0
11	— 3,6	— 7,4	1,3	5,2	12,0	15,9	16,8	16,2	13,4	7,1	1,5	1,1
13	— 3,6	— 7,5	1,2	5,1	12,0	15,9	16,8	16,3	13,5	7,1	1,5	1,0
14	— 3,6	— 7,4	1,5	5,5	12,4	16,2	17,2	16,8	14,1	7,3	1,5	1,1
Kotlík C												
střed	— 3,7	— 7,4	1,3	5,2	11,9	15,7	16,7	16,2	13,5	7,2	1,6	1,0
1 A	— 3,6	— 7,2	1,4	5,1	11,8	15,6	16,6	16,2	13,5	7,3	1,6	1,1
2 A	— 3,6	— 7,3	1,3	5,1	11,8	15,7	16,6	16,2	13,5	7,2	1,5	1,1
4 A	— 3,6	— 7,3	1,3	5,1	11,9	15,7	16,6	16,2	13,5	7,2	1,5	1,1
5 A	— 3,6	— 7,3	1,3	5,1	11,9	15,7	16,6	16,3	13,5	7,2	1,5	1,1
Porost												
15	— 3,1	— 8,5	1,3	5,2	12,0	15,4	17,0	16,1	13,4	7,2	1,4	0,8

Průměrná teplota vzduchu v termínech 1954/56 Tabulka VI. a
(výška 30 cm)

Kotlík B **7 hodin**

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
střed	— 5,5	— 10,6	— 1,1	3,6	10,8	14,5	15,6	14,1	10,9	5,0	— 0,2	0,3
10	— 5,3	— 10,5	— 1,0	3,7	10,8	14,5	15,6	14,1	10,9	5,0	0,0	0,4
11	— 5,2	— 10,4	— 0,9	3,6	10,7	14,5	15,6	14,0	10,9	5,1	0,0	0,4
13	— 5,2	— 10,5	— 0,9	3,8	11.0	14,9	15,9	14,2	11,0	5,1	0,0	0,4
14	— 5,2	— 10,4	— 0,9	3,9	10,9	14,6	15,7	14,3	11,1	5,1	0,0	0,4

Kotlík C

střed	— 5,2	— 10,3	— 0,8	3,8	10,8	14,5	15,7	14,3	11,2	5,2	0,0	0,4
1 A	— 5,2	— 10,3	— 0,7	3,8	10,8	14,6	15,7	14,3	11,1	5,2	0,1	0,5
2 A	— 5,2	— 10,3	— 0,8	3,8	10,9	14,6	15,6	14,2	11,1	5,2	0,0	0,4
4 A	— 5,2	— 10,2	— 0,8	3,8	10,8	14,5	15,6	14,6	11,0	5,1	0,0	0,4
5 A	— 5,1	— 10,3	— 0,8	3,8	10,8	14,5	15,6	14,2	11,1	5,2	0,0	0,4

Porost

15	— 4,5	— 10,4	— 0,6	3,8	11,0	14,2	16,0	14,1	10,9	5,2	— 0,1	0,1

Tabulka VI. b

Kotlík B **14 hodin**

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
střed	— 1,8	— 3,4	5,4	9,8	18,4	21,8	22,6	22,5	19,1	11,4	3,7	2,3
10	— 1,7	— 3,4	5,5	9,3	17,2	20,5	21,2	21,2	19,0	11,4	3,8	2,4
11	— 1,6	— 3,3	5,7	9,7	17,7	21,4	21,9	21,7	19,2	11,4	3,8	2,5
13	— 1,7	— 3,3	5,5	9,4	17,3	20,9	21,5	21,2	19,0	11,4	3,8	2,4
14	— 1,6	— 3,1	6,2	10,6	19,2	22,2	23,1	23,4	21,3	11,9	3,9	2,5

Kotlík C

střed	— 1,7	— 3,2	5,6	9,4	17,1	20,4	21,2	21,3	19,1	11,6	4,1	2,4
1 A	— 1,6	— 3,0	5,6	9,4	17,1	20,2	21,1	21,4	19,1	12,0	4,0	2,4
2 A	— 1,7	— 3,3	5,5	9,3	17,0	20,3	21,2	21,3	19,0	11,5	3,9	2,4
4 A	— 1,6	— 3,1	5,5	9,3	17,2	20,4	21,2	21,4	19,1	11,7	3,9	2,4
5 A	— 1,6	— 3,2	5,6	9,3	17,2	20,4	21,2	21,4	19,0	11,5	3,9	2,4

Porost

15	— 1,1	— 3,2	5,2	9,5	17,3	19,9	21,5	20,9	19,0	11,3	3,6	2,1

Tabulka VI. c

Kotlík B — **21 hodin**

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
střed	— 3,9	— 8,2	0,1	3,5	9,7	13,9	15,0	14,6	11,8	5,9	0,9	0,6
10	— 3,9	— 8,1	0,1	3,5	9,6	13,8	14,7	14,6	11,8	5,9	1,0	0,7
11	— 3,8	— 8,0	0,2	3,6	9,7	13,9	14,8	14,8	11,8	6,0	1,1	0,8
13	— 3,9	— 8,0	0,2	3,6	9,8	13,9	14,9	14,7	11,9	6,0	1,0	0,7
14	— 3,9	— 8,0	0,3	3,7	9,8	14,0	14,9	14,8	12,0	6,0	1,1	0,8
Kotlík C												
střed	— 4,0	— 8,0	0,2	3,7	9,8	13,9	14,9	14,7	11,9	6,1	1,1	0,7
1 A	— 3,9	— 7,9	0,3	3,6	9,6	13,9	14,9	14,7	11,9	6,0	1,1	0,8
2 A	— 3,9	— 7,9	0,2	3,6	9,6	13,9	14,9	14,7	11,9	6,0	1,1	0,8
4 A	— 3,9	— 7,8	0,2	3,6	9,8	14,0	14,9	14,7	11,9	6,0	1,0	0,8
5 A	— 3,9	— 7,9	0,3	3,7	9,8	13,9	14,9	14,7	11,9	6,0	1,1	0,8
Porost												
15	— 3,3	— 9,1	0,4	3,7	9,9	13,7	15,2	14,6	11,9	6,1	1,0	0,5

váním korekcí. Další část práce převzaly pak již statistické stroje, neboť veškerý materiál po prvotním zpracování a pečlivé dvojí kontrole byl zpracován na děrné štítky.

2.1 Trvalá měření

Jak jsme řekli již ve statích metodických, byla teplota vzduchu při trvalých měřeních odečítána denně v 7,15, 14,15 a 21,15 SEČ. Pro jednoduchost píšeme však dále v tabulkách a přehledech vždy jen celé hodiny (7, 14, 21).

2.1.1 Základní rozbor

Výsledky dlouhodobého trvalého měření jsou uvedeny v tabulkách. Tabulka IV obsahuje průměrné měsíční teploty v letech 1954—1956 (průměrné denní teploty podle vzorce $\frac{7 + 14 + 2 \,.\, 21 \text{ hod.}}{4}$) odděleně podle roků, tabulka V tříleté průměry; tabulky VI a, b, c průměrné měsíční teploty v 7,14 a 21 hodin v letech 1954—1956. Všechna data se vztahují na výšku 30 cm nad povrchem půdy.

Z tabulek průměrných měsíčních teplot je patrno, že se v nich jednotlivá místa v malém kotlíku C v kterémkoliv měsíci v roce prakticky vůbec od sebe neliší. Shodné teplotní poměry jako kotlík C vykazuje rovněž stanička v porostu. V průměrných měsíčních teplotách vládne tedy v malém kotlíku plně klima porostu.

Velký kotlík B vykazuje na své ploše jistou diferenciaci teplot. Přibližně od března až do října jeví se jako nejteplejší v průměrných měsíč-

ních teplotách severní strana kotlíku. Od května se od ostatních míst odlišoval také střed kotlíku vyšší teplotou, jež se v červenci blíží teplotě severní části. Zvýšená teplota středu končí však již měsícem srpnem. V podzimních, zimních a jarních měsících až do března vykazoval střed kotlíku naopak nejnižší průměrnou teplotu z celé jeho plochy. Od dubna do srpna byla nejchladnějším místem kotlíku v měsíčních průměrech část jižní, v ostatních měsících zaujímal toto místo — jak bylo naznačeno — střed kotlíku. Avšak i tehdy byla mu jižní část teplotně blízká.

Malý kotlík C byl ve srovnání s kotlíkem B (máme na mysli středy kotlíků) od května do srpna v průměrných teplotách chladnější, od září do března teplejší; podobně i porost.

Průměrná měsíční teplota je ukazatelem poměrně hrubým, po výtce statickým. Sama o sobě může jen málo přispět k podrobnějšímu názoru na mikroklima kotlíků. Svým vyrovnávacím působením je zejména z hledisek bioklimatologických ukazatelem nedostatečným. Ve své absolutní hodnotě je ostatně odvislá i od povětrnostního rázu měřením zachyceného období, které je z klimatologického hlediska poměrně krátké. K této otázce se ještě vrátíme.

K podrobnější charakteristice uvádíme proto v dalších tabulkách průměrné měsíční hodnoty z jednotlivých termínů odečítání teploty (7,14 a 21 hodin). Zde se již poněkud přimykáme k dennímu průběhu prvku: poměry v 7 hodin mohou nám být ukazatelem pro období vyzařování, a to téměř po celý rok. Jak nám ukázala předběžná měření ambulantního typu, zůstává i v letní době kotlíkové mikroklima dosti dlouho ve znamení nočních poměrů a jeví značnou setrvačnost. Na příslušném místě o tom budeme ještě hovořit. Poměry ve 14 hodin jsou charakteristické pro denní období vzařovací, poměry v 21 hodin odrážejí opět vliv vyzařování, byť ve slabší míře než v termínu ranním.

Termínové teploty nemají ovšem jen význam z hlediska lepší interpretace fysikálních vztahů v mikroklimatu. Jsou také ukazatelem bioklimatickým, jak na příklad pro termínovou teplotu ve 14 hodin ukázali v Rakousku Jesser, Dimitz a Wilfinger (1953).

Tabulka VII.

Rozdíly mezi průměrnou teplotou vzduchu všech míst a teplotou vzduchu na určitém místě
(měsíční průměry 1954—1956; výška 30 cm; °C)

7 hodin	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
10	— 0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	— 0,2	— 0,3	— 0,2	— 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	— 0,1	— 0,1	0,0	0,0	0,0	— 0,1	— 0,1	0,0	0,0	0,0
14 hodin	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**	**VI.**	**VII.**	**VIII.**	**IX.**	**X.**	**XI.**	**XII.**
10	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,1	0,1	0,1
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	— 0,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1
13	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4	0,6	0,6	0,1	0,0	0,0
14	0,0	— 0,2	— 0,5	— 0.8	— 1,3	— 0,9	— 1,2	— 1,5	— 1,6	— 0,4	— 0,1	— 0,1

Ve velkém kotlíku B naznačuje již průměrná měsíční teplota existenci sezónně proměnlivých místních mikroklimat, závislých na ozařování plochy kotlíku sluncem. Proto jsme vypočítali pro velký kotlík také rozdíly mezi teplotami vzduchu na jednotlivých okrajích a průměrnými teplotami měsíčními všech částí. Výpočet je uveden pro termín ranní a odpolední, jako dobu nejvýraznějšího rozčlenění kotlíkového mikroklimatu vyzařováním a vzařováním při trvalém měření (tabulka VII). Rozdíly jsou vypočteny v průměru všech tří let našeho měření (1954—1956). K prohloubení studia změn teplot v průběhu roku použijeme ještě tabulky VIII. V ní jsou uvedeny rozdíly průměrných měsíčních teplot z termínů mezi středem velkého kotlíku na jedné straně a jeho okraji, středem malého kotlíku a porostem na straně druhé.

V ranním termínu 7 hodin je ve velkém kotlíku B v chladném půlroce počínajíc říjnem nejchladnější střed kotlíku. Nejvýrazněji se to projevuje v jarních měsících, březnu až dubnu. Rovněž v září a v květnu je střed chladnější než okraje, s výjimkou části východní, která je v té době někdy stejně teplá. V chladném ročním období, zejména od listopadu do února,

Tabulka VIII.

Rozdíly mezi průměrnou teplotou vzduchu uprostřed kotlíku B (stanice 12) a průměrnou teplotou ostatních míst

(měsíční průměry 1954—1956; výška 30 cm; °C)

7 hodin	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
10	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,1	0,0	0,1	0,0	— 0,1	— 0,1	— 0,1	0,0
11	— 0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,1
13	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,3	— 0,4	— 0,4	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1
14	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,4	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,1
15	— 0,1	— 0,2	— 0,4	— 0,3	— 0,2	0,0	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,2	0,0
3 A	— 0,1	— 0,2	— 0,4	— 0,3	— 0,1	0,0	0,0	— 0,2	— 0,3	— 0,2	— 0,2	— 0,1
14 hodin	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**	**VI.**	**VII.**	**VIII.**	**IX.**	**X.**	**XI.**	**XII.**
10	0,0	— 0,1	— 0,1	0,5	1,2	1,3	1,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	— 0,1	— 0,2	0,1	0,7	0,4	0,8	0,8	— 0,1	0,0	— 0,1	— 0,1
13	— 0,1	— 0,1	— 0,1	0,5	1,1	0,9	1,1	1,1	0,1	0,0	— 0,1	— 0,1
14	— 0,2	— 0,4	— 0,8	— 0,7	— 0,7	— 0,4	— 0,5	— 0,9	— 2,2	— 0,5	— 0,2	— 0,1
15	0,0	0,0	0,0	0,6	1,2	1,6	1,6	1,4	0,1	0,1	— 0,1	0,0
3 A	0,0	— 0,3	— 0,2	0,4	1,4	1,4	1,4	1,1	0,0	— 0,2	— 0,3	0,0
21 hodin	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**	**VI.**	**VII.**	**VIII.**	**IX.**	**X.**	**XI.**	**XII.**
10	0,0	0,0	— 0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1
11	0,0	0,0	— 0,1	— 0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,2
13	0,0	0,0	— 0,1	— 0,1	0,0	— 0,1	0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,1	— 0,1	— 0,1
14	0,0	0,0	— 0,2	— 0,2	— 0,1	— 0,1	0,1	— 0,1	— 0,3	— 0,2	— 0,2	— 0,2
15	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,2	— 0,2	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,2	— 0,1
3 A	0,0	0,0	— 0,2	— 0,2	0,0	— 0,1	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,1

je teplota ráno na všech kotlíkových okrajích táž; rozdíly nejsou vyvinuty. Toto rozložení průměrných teplot odpovídá radiačnímu obratu v kotlíku. V chladném půlroce je kotlík v ranním termínu zastihován v typicky nočním rozložení teplot, podmíněným pouze pochody vyzařovacími. Tomu odpovídá nejchladnější střed a stejnoměrná vyšší teplota na okrajích vlivem menšího efektivního vyzařování a výměny vzduchu s porostem.

V letní době je v ranním termínu zastižen přechod od nočního k dennímu charakteru kotlíkového mikroklimatu. Zůstávají tu ještě i na vrcholu léta určité znaky noční, avšak zároveň začíná již na půdu kotlíku vnikat slunce. V souhlase s tím je v této době nejchladnější místo v kotlíku obvykle nedosti zřetelné (větší část plochy bývá isothermická). Je to vždy strana jižní a východní; často k nim přistupuje také centrální část kotlíku.

Vlivem zóny přímého slunečního záření, které se již blíží ploše kotlíku z porostu anebo na vrcholu léta zasahuje alespoň pás na západní straně, vznikají místní rozdíly. Nejteplejší je od května do července v ranní době západní strana. Nad průměr všech okrajů vystupuje ráno také teplota severní části; je to od března do dubna a od srpna do září. V uvedených čtyřech měsících je sever ráno z celé plochy kotlíku nejteplejší. Toto velmi charakteristické kolísání nejteplejší oblasti v kotlíku v ranních hodinách mezi severem a západem je podmíněno osluněním. V březnu a dubnu slunce ráno na povrch kotlíku ještě nesvítí, pouze okolo poledne ozařuje pás na severní straně kotlíku. Severní oblast nashromáždí tolik tepla (viz i dále v kapitole o teplotě půdy), že až do rána je zřetelně teplejší než ostatní okraje. Podobná je situace i na podzim. V létě v období nejvyššího stavu Slunce v deklinaci zasahuje osluněná zóna již ráno v 7 hodin okraj kotlíku na západě a projevuje se tam zvýšením teploty. Proto od května do července je ráno nejteplejší část západní; sever si udržuje svoji průměrnou teplotu, okraje východní a jižní jsou oproti průměru naopak chladné.

V diferencích mezi centrální částí kotlíku B a jeho okraji je patrno (tabulka VIII), že západní a severní část kotlíku jsou po celý rok teplejší. Křivka rozdílů mezi středem a severem jeví během roku typický dvojí vrchol na jaře a na podzim. Vysvětlení vzniku tohoto jevu bude podáno v diskusi o měření ve 14 hodin. Průběh rozdílů teplot mezi středem kotlíku B a jeho severním okrajem je ráno velmi podobný průběhu rozdílů teplot mezi středem kotlíku B a středem kotlíku C i porostem. I u kotlíku C se maximální rozdíly oproti středu kotlíku B projevují na jaře (vrchol v březnu) a na podzim (vrchol v září). Při tom po celý rok je porost i malý kotlík uprostřed teplejší než střed velkého kotlíku. Jen v červnu a červenci v kotlíku malém, v červnu i v porostu, je teplota ráno stejná jako uprostřed kotlíku B. V malém kotlíku C pozorujeme v průměrných teplotách na celé jeho ploše naprostou vyrovnanost průměrné teploty a isothermií s porostem (viz tabulku IX).

Poměry ve 14 hodin charakterizují dobu vzařování a vystihují situaci v období nejvyšších denních teplot. V zimních měsících od listopadu je i v tomto termínu nejchladnější z plochy kotlíku B jeho střed. Zůstává tu tedy, a to do března, i přes den noční stav v rozložení teploty. Teplotní poměry na jižní straně jsou v chladné roční době (od září do ledna) blízké poměrům ve středu kotlíku. Určité rozdíly se náznakově projevují v odpoledním termínu i v zimě. Teplota jižní části je pod průměrem všech

Tabulka IX.

Rozdíly mezi průměrnou teplotou vzduchu uprostřed kotlíku C (stanice 3A) a průměrnými teplotami vzduchu na jeho okrajích (měsíční průměry 1954—1956; výška 30 cm; °C)

7 hodin	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1 A	—0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—0,1
2 A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
4 A	—0,1	—0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
5 A	—0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
14 hodin	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**	**VI.**	**VII.**	**VIII.**	**IX.**	**X.**	**XI.**	**XII.**
1 A	0,0	—0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	—0,1	—0,4	0,1	—0,1
2 A	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
4 A	0,0	—0,1	0,1	0,2	—0,1	0,0	—0,1	0,0	0,0	—0,1	0,2	0,0
5 A	0,0	0,0	0,1	0,1	—0,1	0,0	—0,1	—0,1	0,1	0,2	0,2	—0,1
21 hodin	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**	**VI.**	**VII.**	**VIII.**	**IX.**	**X.**	**XI.**	**XII.**
1 A	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	—0,1
2 A	—0,1	—0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
4 A	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
5 A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

okrajů; nejteplejší z celého kotlíku zůstává i v zimě protilehlá strana severní. I když sama není v zimě osluněna, pohybuje se zóna přímého ozáření sluncem v přilehlém porostním lemu; výměnou odtud a také dlouhovlnným zářením z osluněných korun pak zřejmě dostává severní okraj zvýšené množství tepla.

Jak s postupem času od zimy k jaru a létu Slunce postupuje výše nad obzor a zasahuje přímým ozářením i plochu kotlíku, severní exposice upevňuje svoje postavení v kotlíku jako oblast celoročně nejteplejší v odpoledním termínu. Za doby nejvyššího postavení Slunce je v časném odpoledni ozařována značná část obvodu na severu kotlíku; v červnu se proto jeví zvýšení průměrné teploty i na východní straně nad průměr všech okrajů.

Po většinu vegetačního období je nejchladnějším místem v daném termínu okraj jižní (od dubna do srpna). Z hlediska exposičního klimatu je teplota jižní části kotlíku celoročně pod průměrnou teplotou všech okrajů.

V diferencích mezi středem kotlíku B a okraji jeví se severní část kotlíku po celý rok teplejší než střed. Podobně jako v ranním termínu vykazuje i odpoledne křivka rozdílů dvě maxima; první je na jaře s maximem v březnu, druhé na podzim s maximem v září. Mezi vrcholy křivky leží podružné minimum, v našem případě v červnu. V době okolo největší sluneční deklinace vniká totiž slunce přes den hluboko do kotlíku a ozařuje po delší dobu také střed velkého kotlíku. V té době je rozdíl teploty ve prospěch severní části z celého vegetačního období nejmenší.

Na jaře a na podzim slunce ozařuje sice severní část, nikoliv však střed kotlíku; proto vznikají ona maxima rozdílů ve prospěch severního okraje, udržující se zřejmě i přes noc. Absolutně nejnižší rozdíl mezi středem a severem v celém roce připadá na zimu, kdy jsou teploty v kotlíku všeobecně nejvyrovnanější.

Malý kotlík C nejeví ani v odpoledním pozorovacím termínu patrné teplotní rozčlenění své plochy. Poměry průměrné teploty jsou totožné po celý rok s poměry v porostu, kromě července a srpna, kdy byl porost poněkud chladnější.

Ve srovnání se středem velkého kotlíku je centrum malého kotlíku C od dubna do srpna chladnější, podobně jako porost. V té době přijímá střed velkého kotlíku více tepla. V zimních měsících je střed malého kotlíku přibližně stejně teplý, s náznakem vyšší teploty. Jak ukazují také srovnání s poměry v porostu, nechrání borový porost své ovzduší před vychladnutím v zimě v průměrech o nic víc než kotlík. Snížené vyzařování se projevuje jen náznakem vyšší teploty v porostu (v tříletém průměru o 0,03—0,06^0 C).

V říjnu a v listopadu a podobně i v únoru a březnu je malý kotlík o něco teplejší než střed velkého kotlíku. Je to způsobeno tím, že vzdálenost obou kotlíků od sebe je poměrně malá. Podslunění severní stěny porostu velkého kotlíku přivádí v těchto měsících nízkého stavu Slunce ozařovanou jím plochu hluboko do porostu, a to až ke hranicím malého kotlíku, kde se to projevuje vzestupem teploty. Tento jev je tedy čistě místní a nelze jej považovat za typický. Vzdálenost obou kotlíků a jejich vzájemnou polohu nebylo možno při zakládání pokusů volit z technických důvodů jinak.

Je tedy možno uzavřít, že malý kotlík je po celý rok i v odpoledním termínu pod naprostým nebo převážným (to v měsících červenci až srpnu) vlivem porostního podnebí.

Ve večerním termínu v 21 hodin jsou všude teplotní rozdíly v průměrech velmi malé, teplotní poměry jsou nejvyrovnanější. V kotlíku B je v náznaku zachován denní stav: na jaře v březnu a dubnu a na podzim v září a říjnu je nejteplejší severní část, od září do dubna je nejchladnější střed kotlíku (v lednu a únoru byla v 21 hodin zaznamenána isothermie). V létě při malých diferencích jsou teplé severní a západní část, někdy i střed. Chladná zůstává od dubna do srpna část jižní.

V malém kotlíku C je isothermie a shoda s porostem. Jak střed malého kotlíku, tak i porost je téměř po celý rok ve večerních hodinách teplejší než střed velkého kotlíku B.

Rozbor průměrných hodnot tedy vcelku potvrdil, že mikroklima kotlíku nelze považovat — pokud jde o teplotu vzduchu — za jednotné na celé ploše. Je třeba však přiznat, že rozdíly, z nichž vycházel výše uvedený rozbor, jsou mnohdy poměrně malé; bylo by tudíž možno vznést námitku proti jejich průkaznosti.

2.1.2 Analysa rozptylu

Studium teplotních poměrů můžeme prohloubit statistickými metodami, které nám mohou citlivě ukázat různé příčiny nejednotnosti teplotního mikroklimatu v kotlíku, jejich průkaznost i rozličnou váhu. Pokud je nám známo bylo v mikroklimatologii složitějších matematicko-statistických

operací zatím použito málo (Sreenivasan-Ramabhadran 1950; v lesnické klimatologii testování významnosti rozdílů dvou stanic u Niederhofa a Stahelina 1942), ač z jiných odvětví víme, že jsou výsledky oněch metod velmi dobré.

V našem případě předpokládáme, že soubor teplot, získaných měřením na různých místech kotlíkové plochy, není ve statistickém smyslu řadou homogenní, to jest odrážející toliko přirozené změny prvků, působené proměnlivostí povětrnosti. Kromě těchto náhodných i jiných nekontrolovatelných vlivů uplatňují se tedy při vzniku nehomogenity v plošném, případně vertikálním rozložení teploty vzduchu, také vlivy zásadní. Analysou rozptylu celkového souboru teplotních měření můžeme odlišit vliv působící na rozptyl podle jednotlivých příčinných činitelů, kteří jej vyvolávají. Při analyse rozptylu využíváme jak známo sčitatelnosti dílčích rozptylů, podmíněných působením různých, navzájem nezávislých příčin. Můžeme tak stanovit rozptyl působený náhodnými vlivy a rozptyl vlivem jednotlivých zásadních činitelů. Celkem snadno poznáme pak vlivy podmiňující heterogenitu souboru i jejich různou váhu.

V konkrétním případě jsme podrobili analyse rozptylu soubor teplot ve velkém kotlíku B. Teplotní měření bylo rozděleno podle termínů a materiál k rozboru byl vzat z termínu ranního a odpoledního (v 7 a 14 hodin). Z hlediska bioklimatologického i mikroklimatologického považujeme za vhodnější takto se přidržet typických částí denní teplotní křivky, než vyšetřovat denní hodnoty průměrné. Působení zásadních vlivů v době převažujícího vyzařování (7 hodin) může být odlišné od působení v době vzařování (14 hodin).

Aby sezónní proměnlivost nezvyšovala příliš složku rozptylu, působeného nerespektovanými vlivy (rozptyl residuální), nepodrobili jsme rozboru data z celého roku dohromady. K analyse byly vzaty hodnoty teplot z přirozených teplotních obodbí (viz kalendář teplot v práci Krečmerově 1958a), a to období letního (teplota nad 14,9^0 C v denním průměru, 6. června—1. září), přechodného (teplota nad 4,9^0 C, 2. dubna—29. dubna a 6. října—5. listopadu) a zimního (teplota 0,0^0 C a méně, 10. prosince až 23. února[23]).

Jako zásadní byla stanovena tři kritéria:

S_1 — vliv místa v kotlíku,
S_2 — vliv typu počasí a
S_3 — vliv výšky nad povrchem půdy.

K tomu přistupují současné vlivy dvou kritérií (interakce): místo $\times$ typ počasí, místo $\times$ výška, typ počasí $\times$ výška.

Kromě běžného kritéria podle umístění stanic v kotlíku přidáváme, jak patrno, kritérium výšky a kritérium typu počasí, stanoveného z hlediska jeho významnosti pro vznik výrazného mikroklimatu. Chceme tím ukázat, nakolik se v mikroklimatu kotlíku, v jeho plošném (podle míst) a vertikálním (podle výšek) členění uplatní typy počasí.

Vzhledem k tomu, že četnost typů počasí je rozličná, vzali jsme jako základní hodnoty pro výpočet průměry teploty, a to průměry podle výše

[23]) V konkrétním případě: 1. ledna 1954 — 23. února 1954, 10. prosince 1954/1955 — 23. února 1955/1956, 10. prosince — 31. prosince 1956.

Analysa rozptylu Tabulka X.
Teplota vzduchu v kotlíku B (období 1954—1956; stanice 10—14)
Letní období, měření ve 14 hodin

Proměnlivost	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl	Hodnota F	Tabelovaná hodnota F pro	
					$\alpha_{0,005}$	$\alpha_{0,01}$
Stanice	65,444	4	16,361	1.060,337	4,62	4,02
Typ počasí	636,964	7	90,995	5.897,278	3,74	3,30
Výška	7,757	1	7,757	502,722	9,18	7,56
Stanice × typ počasí .	15,848	28	0,566	36,682	2,63	2,39
Stanice × výška . . .	1,799	4	0,450	29,164	4,62	4,02
Typ počasí × výška . .	1,000	7	0,143	9,268	3,74	3,30
Residuální	0,432	28	0,01543			
Celkový	29,244	80				

Analysa rozptylu Tabulka XI.
Teplota vzduchu v kotlíku B (období 1954—1956; stanice 10—14)
Přechodné období, měření ve 14 hodin

Proměnlivost	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl	Hodnota F	Tabelovaná hodnota F pro	
					$\alpha_{0,005}$	$\alpha_{0,01}$
Stanice	7,419	4	1,855	265,000	4,62	4,02
Typ počasí	220,307	7	31,472	4.496,000	3,74	3,30
Výška	0,691	1	0,691	98,857	9,18	7,56
Stanice × typ počasí .	1,809	28	0,065	9,285	2,63	2,39
Stanice × výška . . .	0,411	4	0,103	14,714	4,62	4,02
Typ počasí × výška . .	0,257	7	0,037	5,285	3,74	3,30
Residuální	0,207	28	0,007			
Celkový	231,101	80				

uvedených období a kritérií ze všech tří let pozorování (1954—1956). Výpočet byl proveden podle běžných zásad (viz na příklad Picko-Bartoníček 1957), materiál byl také předem prověřen usančními metodami, zda je k zamýšleným operacím ve smyslu statistickém vhodný.

Výsledky výpočtu analysy rozptylu jsou uvedeny v tabulkách X—XIII, a to odděleně pro období letní, přechodné a zimní ve 14 hodin a pro léto také v 7 hodin.

Pro letní období se ukazuje, že všichni uvažovaní činitelé i jejich spolupůsobení (interakce) se projevují v rozptylu hodnot průměrné teploty odpoledního termínu jako statisticky vysoce průkazní. Nejpatrnější je vliv typů počasí, pak vliv umístění (stanice) a konečně vliv výšky nad povrchem půdy. Z interakcí je patrno, že teplota za různých typů počasí vykazuje průkazně odlišné rozložení v ploše i v prostoru. Přesto, že statistická průkaznost zůstává i u interakcí vysoká, podílí se rozptyl, způsobený spolupůsobením základních činitelů, na celkovém rozptylu mnohem méně.

Analysa rozptylu Tabulka XII.
Teplota vzduchu v kotlíku B (období 1954—1956; stanice 10—14)
Zimní období, měření ve 14 hodin

Proměnlivost	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl	Hodnota F	Tabelovaná hodnota F pro		
					$\alpha_{0,005}$	$\alpha_{0,01}$	$\mu_{0,05}$
Stanice	0,548	4	0,137	6,850	4,62	4,02	2,69
Typ počasí	717,347	7	102,478	5.123,900	3,74	3,30	2,34
Výška	0,473	1	0,473	2,365	9,18	7,56	4,17
Stanice × typ počasí .	0,176	28	0,006	0,300	2,63	2,39	1,84
Stanice × výška . .	0,485	4	0,121	6,050	4,62	4,02	2,69
Typ počasí × výška . .	0,117	7	0,017	0,850	3,74	3,30	2,34
Residuální	0,560	28	0,020				
Celkový	719,706	80					

Analysa rozptylu Tabulka XIII.
Teplota vzduchu v kotlíku B (období 1954—1956; stanice 10—14)
Letní období, měření v 7 hodin

Proměnlivost	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl	Hodnota F	Tabelovaná hodnota F pro		
					$\alpha_{0,005}$	$\alpha_{0,01}$	$\alpha_{0,05}$
Stanice	1,757	4	0,439	19,954	4,62	4,02	2,69
Typ počasí	17,711	7	2,530	115,000	3,74	3,30	2,34
Výška	0,102	1	0,102	4,636	9,18	7,56	4,17
Stanice × typ počasí .	1,025	28	0,037	1,682	2,63	2,39	1,84
Stanice × výška . . .	0,077	4	0,019	0,864	4,62	4,02	2,69
Typ počasí × výška .	0,370	7	0,053	2,409	3,74	3,30	2,34
Residuální	0,609	28	0,022				
Celkový	21,651	80					

Vcelku tedy můžeme říci, že se na rozptylu teplot vzduchu podílí především typ počasí a dále, že teplota je průkazně rozdílná na jednotlivých místech v kotlíku a v jednotlivých měřených výškách nad půdou (30 a 100 cm). Poměr teplot na jednotlivých místech není shodný za různých typů počasí a rovněž vertikální gradienty teploty jsou průkazně odlišné jak na různých místech kotlíku, tak za různých typů počasí.

V ranní době v létě je situace poněkud jiná. Vysoce průkazný je vliv místa na teplotu vzduchu a ovšem i vliv typu počasí, jenž je jako vždycky převládající. Statisticky pouze průkazný je vliv výšky nad půdou. Z interakcí je zřejmé, že chod teploty na jednotlivých místech kotlíku je v ranních hodinách konformní za jakéhokoliv typu počasí; rovněž výškové gradienty se podle míst neliší. Typ počasí má však vliv na rozložení teploty v profilu přízemní vrstvy ovzduší v kotlíku.

V přechodné roční době zůstává v principu naznačený stav z léta zachován; všichni činitelé a jejich interakce se podílejí na celkovém rozptylu

teplot vzduchu statisticky vysoce průkazně. Přesto můžeme pozorovat určité náznaky změn: především naprosto dominujícím způsobem se podílí na celkovém rozptylu dílčí rozptyl, působený střídáním různých typů počasí, zatím co ostatní dílčí rozptyly se zmenšují. Je to následek toho, že na rozdíl od léta je menší přímé oslunění plochy kotlíku, tím pak i menší rozdíly teploty mezi jednotlivými místy a také menší vertikální gradienty.

V zimním období se projevuje jako statisticky významný pouze vliv místa (stanice) a typu počasí, jenž se zcela suverénně podílí na celkovém rozptylu teploty ovzduší. Neprůkazný je vliv výšky nad půdou, což svědčí o tom, že vertikální gradient teplotní je v zimě v kotlíku nepatrný. Z interakcí poznáváme, že v zimní době zůstává teplotní poměr mezi stanicemi týž za jakéhokoliv typu počasí a rovněž vertikální gradient nevykazuje odchylky v souvislosti s typem počasí. Toliko spolupůsobení stanic a výšky jeví dostatečně vysokou hladinu významnosti.

Analysa rozptylu ukázala, že hodnocení výsledků, provedené usančními metodami, je reálné. Přes malé teplotní rozdíly mezi jednotlivými stanicemi v kotlíku — zejména v době zimní anebo i v létě za typů počasí méně příznivých vzniku samostatného mikroklimatu — lze považovat nalezené vztahy za prokázané.

Analysa rozptylu odkryla dále zajímavé vztahy mezi teplotou vzduchu na jednotlivých místech, typem počasí a výškou nad půdou. Ukázala se značná závislost vztahů mezi daty, naměřenými na různých místech, na typu počasí (na příklad rozdílů mezi jednotlivými místy nebo výškami nad půdou). Z toho, že tato závislost se neprojevuje toliko v zimním období, kdy plocha kotlíku není přímo osluněna, vyplývá znovu rozhodující role faktoru oslunění v dynamice kotlíkového mikroklimatu. K tomu se podrobněji vrátíme v kapitole o ambulantních měřeních.

2.1.3 Redukce dat na dlouhé období

Chceme-li vytěžit co nejvíce z materiálu, shromážděného několikaletým měřením teploty ovzduší, je zapotřebí vyrovnat se ještě s jedním obtížným úkolem.

Měření trvající tři roky můžeme již podrobit různým obvyklým operacím klimatologických výpočtů a z meteorologických (mikrometeorologických) dat získat mikroklimatický materiál, jak jsme to provedli v předchozích odstavcích. Ovšem platnost jeho absolutních dat bude více nebo méně omezena právě jen na tři roky výzkumů; není zaručeno, že ráz povětrnosti v oné době odpovídal průměrnému klimatickému režimu místa. V předešlé kapitole o analyse rozptylu jsme již poznali těsnou závislost teplotního režimu kotlíku (nejen závislost absolutních hodnot tepploty) na počasí. Získání dlouhodobých průměrů, významných především pro aplikaci mikroklimatologických šetření na praktické hospodářské problémy, není ovšem záležitost jednoduchá.

Schůdnou cestu naznačila Sapožnikovová (viz Sapožnikova 1950). K převedení dat mikroklimatologických (nebo spíše u ní mesoklimatických) stanic na delší periodu doporučila využít závislosti rozdílů mezi tepplotami dvou stanic na některých povětrnostních prvcích.

Z hlediska praktického upotřebení výsledků — aspoň v prvním přiblížení — bylo by významné stanovit dlouhodobý průměrný rozdíl teploty

vzduchu mezi středy kotlíku velkého (B) a kotlíku malého (C) a dále mezi středem kotlíku B a jeho severním nebo jižním okrajem, a to především v době maximálních teplot a nejvýrazněji utvořeného teplotního mikroklimatu.

Především je zapotřebí prokázat v našem případě závislost teplotních rozdílů na povětrnosti. K charakteristice stavu povětrnosti pokládáme za vhodný komplex povětrnostních prvků, uspořádaný v podobě typologie počasí v duchu komplexní klimatologie. Použití komplexního ukazatele ve formě našich typů počasí významných a bezvýznamných pro vznik samostatného mikroklimatu považujeme za vhodnější než charakteristiku povětrnosti pomocí jediného prvku (srovnej i Suchanov 1949).

Test o závislosti rozdílů teploty mezi stanicemi ve středech obou pokusných kotlíků na typu počasí byl proveden matematicko-statisticky s použitím veličiny χ^2. Byly testovány rozdíly z letního, bioklimaticky nejdůležitějšího období (květen až srpen 1954—1956) ve výšce 30 cm. Uvádíme výsledek především z testování stanic 12 a 3A; lze jej aplikovat na poměry mezi středem kotlíku B a jeho jižní částí (podobný chod rozdílů); je možno předpokládat týž vztah v ještě vyhraněnější formě i vzhledem k části severní (nezávisle na analyse rozptylu, kterou jsme tento vztah dokázali již dříve).

Při 70 stupních volnosti činila vypočtená hodnota $\chi^2 = 194{,}61$. Znamená to, že byla vysoce překročena mez statistické průkaznosti, že je třeba odmítnout hypotesu o neexistenci vztahu mezi teplotními rozdíly a typy počasí. Považujeme za prokázané, že rozdíly teploty jsou na typu počasí silně závislé ($\alpha_{0{,}001} = 112{,}3$). To konečně bylo možno očekávat vzhledem ke dříve uvedeným výsledkům analysy rozptylu.

V dalším postupu bylo výpočetní schema následující:

Typy počasí	1, 2, 3, 4 8
Rozdíly mezi teplotou uprostřed obou kotlíků v průměru let 1954—1956	d_1, d_2, d_3, d_4 . . . . . d_8
Četnost typů počasí za období 20 let v průměrných hodnotách (Nový Hradec Králové)	p_1, p_2, p_3, p_4 . . . . . p_8
Zvážený průměrný rozdíl dlouhodobý . .	$d = \frac{p_1d_1 + p_2d_2 + p_3d_3 + p_4d_4 + \ldots + p_8d_8}{p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + \ldots + p_8}$

Výpočty byly provedeny odděleně podle měsíců. Teplota byla vzata z výšky 30 cm nad povrchem půdy a vzhledem k bioklimatologickému významu se počítalo s teplotou z odpoledního pozorovacího termínu ve 14 hod.

Výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulce XIV. Je z ní patrno, že v dlouhodobém průměru zůstávají zachovány teplotní relace mezi jednotlivými místy stejné, jak byly již dříve vylíčeny. Střed malého kotlíku je přes léto chladnější přibližně o 1—2° C proti středu velkého kotlíku s maximálním rozdílem v červenci a v červnu. V podzimních a časných jarních měsících je teplejší. Bylo však již řečeno, že zaznamenané zvýšení je způsobováno především polohou malého kotlíku v dosahu hranice podslunění vlivem velkého kotlíku. Rozdíly teploty jsou v ostatních měsících podobné jako u jižní hranice velkého kotlíku. Lze říci, že teplotně je střed malého kotlíku velmi blízký poměrům této zastíněné části velkého kotlíku. Lze proto míti

Dlouhodobé průměrné rozdíly teploty vzduchu mezi středem kotlíku B a (⁰C; výška

Místo	Stanice	I.	II.	III.	IV.
jižní část } kotlíku B	10	— 0,01	— 0,06	— 0,07	0,79
severní část } kotlíku B	14	— 0,13	— 0,32	— 0,78	— 0,90
střed kotlíku C	3 A	— 0,05	— 0,19	— 0,24	0,57

za to, že i podzimní a jarní zvýšení teploty bude na rozdíl od středu kotlíku B v malém kotlíku řádově shodné se zvýšením teploty v jižní části velkého kotlíku, když nebude působit podslunění (viz i leden).

Severní strana kotlíku B, po celý rok teplejší než střed, vykazuje maximální rozdíl v září (2,2⁰ C), druhý největší v srpnu. V té době je odpoledne střed kotlíku B již ve stínu, zatím co stanice 14 na severním okraji je osluněna. Září a srpen mají také velkou četnost výskytu počasí příznivého vzniku samostatného mikroklimatu proti měsícům jarním s jinak stejnými podmínkami oslunění obou míst. Na jaře působí ovšem i jiné vlivy ke snížení teplotních rozdílů (na příklad vlhkost půdy, větrnost aj.).

2.2 Ambulantní měření

Ambulantní měření teploty vzduchu bylo zavedeno k prozkoumání denního chodu teploty na ploše kotlíků, zejména pak plošného rozložení a jeho změn průběhem dne i roku ve velkém kotlíku B. Omezení stálých měření na poměrně — vzhledem k tomuto úkolu — malý počet míst a pozorovacích termínů nedovolilo podrobnější sledování časové dynamiky kotlíkového mikroklimatu. Poznání této dynamiky jsme však přikládali velkou důležitost jak z hlediska mikroklimatického, tak i ekologického. Z obou hledisek je velmi důležité poznat nejen nejteplejší oblast v kotlíku v průměru dlouhého časového období, ale rovněž zjistit momentní polohy maxim (minim) během dne, prokázat, zda určité místo zůstává nejteplejším kdykoliv v roce apod.

Ambulantní měření jsme prováděli v roce 1954 a 1955, zčásti i v roce 1956, a to pozorováním teploty na stálých mikroklimatologických stanicích ve velkém i malém kotlíku a v porostu. Nahlédnutím do statí metodických si připamatujeme, že nešlo o měření pravé teploty vzduchu, nýbrž teploty srovnávacích teploměrných těles. Tato měření označujeme jako měření předběžná. V letech 1956 a 1957 jsme provedli v kotlíku B podrobná měření s použitím aspiračních psychrometrů.

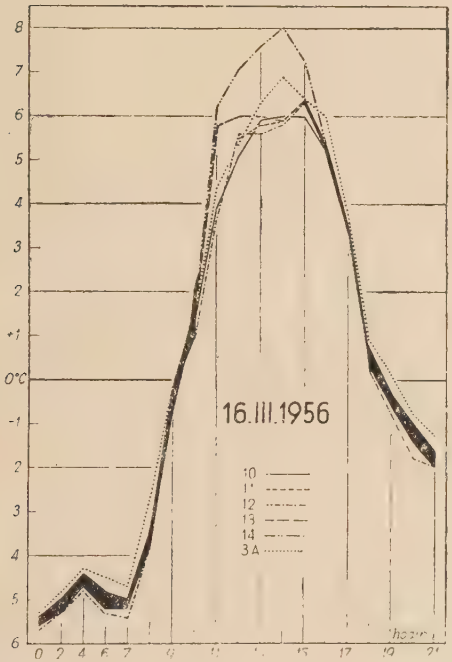
2.2.1 Předběžná ambulantní měření

Předběžných ambulantních měření jsme provedli značný počet v průběhu celého roku, a to jako denní, čtyřiadvacetihodinová i delší pozorování. Všechny uvedené výsledky měření se týkají výšky 30 cm nad povrchem půdy.

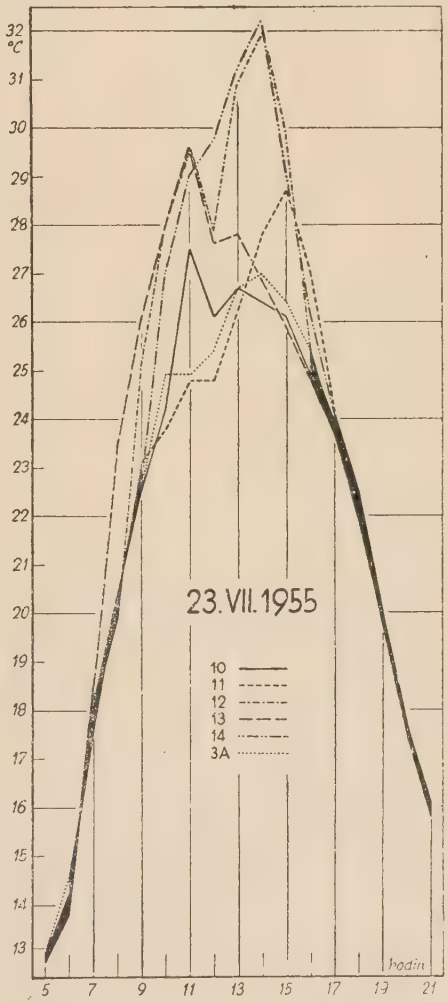
jeho okraji, jakož i středem kotlíku C pro 14 hodin 30 cm) Tabulka XIV.

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1,39 — 0,88	1,54 — 0,53	1,85 — 0,77	1,46 — 1,06	0,03 — 2,23	0,02 — 0,43	— 0,08 — 0,17	— —
1,40	1,64	1,81	1,06	0,08	— 0,19	— 0,17	—

Výsledky měření v malém kotlíku C ukázaly, že po větší část roku není jeho plocha teplotně nijak rozdělená. Je pod plným vlivem porostu, od nějž se neliší. Jen v době okolo nejvyššího stavu Slunce v roce, kdy jsou



Graf 9. Průběh teploty vzduchu ve výšce 30 cm podle měření 16. III. 1956. Bezvýznamné teplotní rozdíly jsou vyznačeny černým pásem v šířce maximální amplitudy mezi stanicemi.



Graf 10. Průběh teploty vzduchu ve výšce 30 cm podle měření 23. VII. 1955. Bezvýznamné teplotní rozdíly jsou vyznačeny černým pásem v šířce maximální amplitudy mezi stanicemi.

Místo	Hod.							
	0	2	4	6	7	8	9	10
1 A	— 0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,4	0,1	— 0,4
2 A	0,0	— 0,1	— 0,1	— 0,1	0,0	— 0,3	0,0	0,2
4 A	0,0	0,0	0,0	— 0,1	— 0,2	0,5	— 0,1	— 0,1
5 A	0,2	0,2	0,1	— 0,1	0,0	0,3	0,0	0,4
Průměr všech míst . .	— 5,5	— 5,1	— 4,6	— 4,8	— 4,9	— 2,6	— 0,3	1,3

23. VII. 1955

Místo	Hod.							
	5	6	7	8	9	10	11	12
1 A	0,1	0,1	— 0,3	0,2	0,6	0,0	1,0	0,8
2 A	0,2	0,2	0,3	0,1	0,9	0,3	1,1	0,4
4 A	0,1	0,1	0,0	0,0	— 1,9	— 0,3	— 1,0	— 0,7
5 A	— 0,2	— 0,2	— 0,1	— 0,2	0,4	— 0,1	— 0,9	— 0,7
Průměr všech míst . .	13,2	14,8	17,7	20,5	23,1	24,9	25,8	25,8

okraje na severozápadě a severu po část dne přímo ozářeny, jeví západní a severní část kladnou výchylku teploty vzduchu proti ostatním. Tak při měření 23. července 1955 vykázala vyšší teplotu vzduchu na rozdíl od jiných částí stanice 4A na východním okraji mezi 9.—12. hodinou, stanice 5A na severu malého kotlíku mezi 11.—15. hodinou. Tyto poměry nalezneme v malém kotlíku od konce května do srpna; v září nebo v dubnu je oteplení severního okraje kotlíku již jen nezřetelně naznačeno okolo poledne.

Jako příklad uvádíme v tabulce XV rozdíly teploty vzduchu na jednotlivých okrajích malého kotlíku C od průměrné teploty všech jeho míst, a to podle měření ze 16. března 1956 a 23. července 1955. Místní rozdíly jsou vyznačeny. Je třeba upozornit, že vzhledem k charakteru měření mohou se uplatnit i rozdíly krátkodobé, děkující za svůj vznik slunečním skvrnám na zastíněné ploše kotlíku.

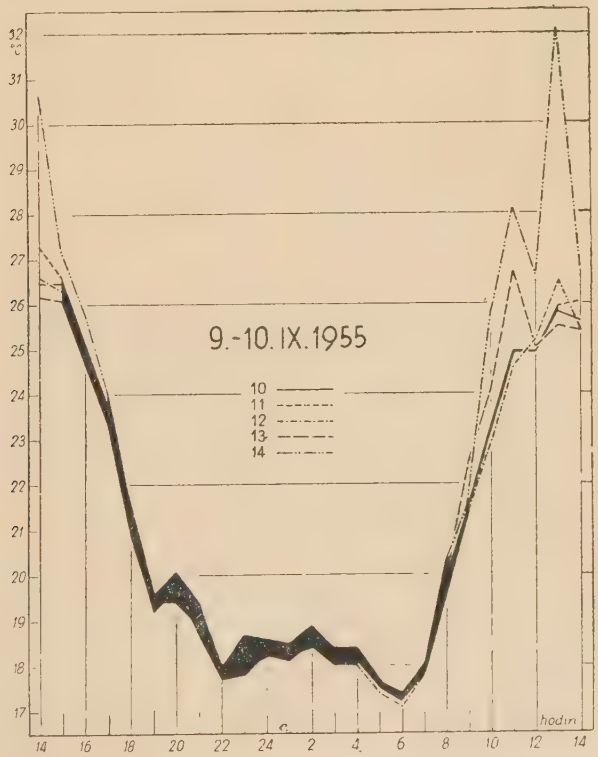
Střed malého kotlíku C ve srovnání se středem kotlíku B je v zimě za radiačního počasí po celých 24 hodin podstatně teplejší (s rozdíly až 1^0 C). Tento zimní charakter (měření 22. a 23. II. 1955) si uchovává v plné míře i v časném jaru (měření 16. III. 1956); přechod k němu byl na podzim shledán časně v září (měření 9.—10. IX. 1955). Koncem září je již dobře vyvinut (měření 22. a 23. IX. 1955). V pozdním jaru a v létě je střed malého kotlíku přes den citelně chladnější než střed kotlíku velkého, v noci je o málo teplejší. Počasí nepříznivé nebo méně příznivé vzniku samostatného mikroklimatu tyto rozdíly ovšem více nebo méně smazává.

Ve velkém kotlíku B jsou poměry vzhledem k větší ploše a různým poměrům oslunění mnohem pestřejší. Místní rozdíly v teplotě vzduchu vykazují podle provedených měření výrazný denní i roční chod v závis-

kotlíku C oproti průměru všech jeho míst (°C) Tabulka XV.

Hod.										
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
— 0,1	0,4	0,2	— 0,1	— 0,1	— 0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
0,2	— 0,1	0,4	0,2	0,1	— 0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— 0,1	— 0,1	— 0,3	— 0,1	0,0	0,2	— 0,2	— 0,2	0,0	0,0	0,1
— 0,1	— 0,1	— 0,1	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
4,2	5,6	6,4	6,6	6,3	5,8	3,7	0,6	— 0,4	— 1,3	— 1,6

Hod.								
13	14	15	16	17	18	19	20	21
1,3	0,5	— 0,1	0,0	0,[illegible]	0,1	0,1	0,2	0,1
— 0,5	— 0,6	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
1,0	0,4	0,4	0,2	— 0,1	0,1	0,0	0,0	— 0,2
— 1,7	— 0,4	— 0,6	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,1	— 0,2	— 0,2
27,7	27,4	26,4	25,4	23,8	22,7	19,8	17,6	16,2



Graf. 11. Průběh teploty vzduchu ve výšce 30 cm podle měření 9.–10. IX. 1955 (pouze v kotlíku B). Bezvýznamné teplotní rozdíly jsou vyznačeny černým pásem v šířce maximální amplitudy mezi stanicemi.

losti na výšce Slunce nad obzorem během dne a na sluneční deklinaci během roku. Vzhledem k podrobným měřením s aspiračními psychrometry probereme detaily teplotního mikroklimatu kotlíku B až v kapitole následující; výsledky předběžných měření jsou kvalitativně shodné.

Absolutní hodnoty z měření 16. března 1956, 23. července a 9.—10. září 1955 jsou podány v grafech 9—11; v nich si můžeme ověřit postup oteplování a ochlazování jednotlivých míst ve zkoumaných kotlících.

2.2.2 Ambulantní měření psychrometry

Tímto měřením, prováděným na osmi stranách velkého kotlíku B, zamýšleli jsme získat konečný obraz o rozložení teploty na různých místech velkého kotlíku v závislosti na výšce Slunce nad obzorem během dne a na změnách jeho deklinace během roku. Naše předběžná ambulantní měření, prováděná v roce 1954 a 1955 pouze na hlavních stanicích, naznačila existenci teplotních rozdílů mezi různě orientovanými okraji kotlíku B, měnlivých podle postavení Slunce během dne i roku.

Dynamiku teplotního mikroklimatu v kotlíku během jednoho letního dne vyšetřoval přesným měřením již G e i g e r (1941). Svou studii provedl ve velké kruhové seči o průměru 87 m a vzhledem k její velikosti shledal velmi výrazné rozdíly. Sezónní průběh však nezjišťoval, provedl pouze jediné měření (20. VI. 1940).

Předběžnými měřeními jsme zjistili značné rozdíly mezi různými místy během dne i v průběhu roku, ovšem v teplotách srovnávacích těles, vystavených také záření od půdy. Bylo třeba zjistit, zda se prokazatelné rozdíly vytvářejí i v oboru teplot vzduchu, více méně pravých. Kromě toho bylo třeba zpřesnit měření zvýšením počtu proměřovaných míst. Proto nebylo měřeno jen na čtyřech okrajových stanicích, ale na osmi místech, jejichž poloha je označována azimutem vzhledem ke středu kotlíku.

Měření pomocí aspiračních psychrometrů v roce 1956 a 1957 ukázala, že i v kotlíku relativně malých rozměrů, jakým byl v poměru k seči Geigerově náš kotlík B, vytvářejí se měřitelné rozdíly v pravé teplotě vzduchu. V grafech 12 a 13 jsou zachyceny výsledky dvou vybraných měření, a to z měření dne 10. VII. 1956, reprezentujícího dobu nejvyššího stavu Slunce na obloze (konec května—červenec), a z měření dne 20. IX. 1956, naznačující poměry koncem a počátkem vegetačního období.

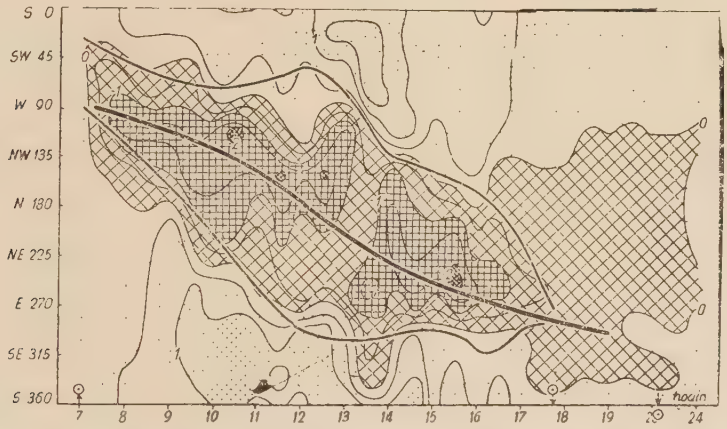
V uvedených grafech jsou zakresleny rozdíly mezi momentními teplotami na jednotlivých místech velkého kotlíku B a průměrnými teplotami v daném okamžiku na všech místech v kotlíku. Místa stejných rozdílů jsou spojena isoliniemi. Dále je schematicky zakreslena poloha stěny kotlíku, před níž stojí v dané chvíli Slunce na kolmici. Konečně je naznačen průběh hranice přímo osluněné části kotlíkové plochy a okamžik východu i západu Slunce pro plochu kotlíku. Vyznačena je rovněž doba astronomického západu Slunce.

Červencový graf zachycuje dobu, kdy Slunce během dne postupně přímo ozáří velkou plochu kotlíku a značnou část jeho obvodu. Z grafu je dobře patrno, jak místa momentálně nejvyšší teploty, to jest místa kladných rozdílů od průměru všech míst, jsou rozložena podél linie, označující zrcadlově zdánlivý běh Slunce po horizontu. Z průběhu pásma záporných rozdílů, ohraničeného isolinií $0{,}0^0$, je vidět, že zabírají více méně přesně osluněné pásmo.

Během dne projde teplá zóna postupně všechny osluněné okraje. Ráno okolo 7. hodiny při prvých paprscích slunečních, dopadajících do kotlíku na půdu, je nejteplejším místem jihozápadní část, od 7,30 hod. okraj západní, po 8. hodině se stěhuje nejteplejší zóna k severozápadu. Tam vytrvává až k poledni, kdy se přesunuje k severu, ve 14 hodin je na severovýchodě, po 15. hodině zasahuje i část východní. Absolutně nejteplejší byla shledána severovýchodní část kotlíku.

Srovnáním průběhu isolinií a dráhy Slunce můžeme potvrdit okolnost, na niž upozornil G e i g e r (l. c.): zpožďování ohřevu jednotlivých okrajů za Sluncem. Pole vyšších záporných rozdílů jsou do značné míry posunuta nad čáru, označující postavení Slunce v kolmém směru na příslušnou porostní stěnu na okraji kotlíku, a tedy i dobu největšího přívodu radiační energie.

Toto zpoždění není během dne stejné a v našem případě jsme nenašli ani pravidelnost průběhu podobnou jako v případu Geigerově. Geiger zjistil největší zpoždění v ranních hodinách, postupně se zmenšující směrem k večeru. V našem případě byl průběh složitější. Zpoždění jsme souhlasně s Geigerem zaznamenali ráno v době, kdy Slunce začíná svítit do kotlíku. Vzhledem k rose a celkově chladnému a vlhkému nočnímu mikroklimatu se ohřev znatelně zpožďuje. Mezi 8.—10. hodinou toto zpoždění mizí, Slunce svítí od východojihovýchodu po velké ose kotlíku intensivně do celé západní obliny kotlíku (na jihozápadní až severozápadní okraje). Tak dochází od rána k předhřívání západního prostoru kotlíku. Nejvyšší teplotu mají tam místa osluněná více či méně již od první chvíle vniku slunečních paprsků na plochu kotlíku, kam kolmo protistojící Slunce přivádí maximum energie. Mezi 10.—13. hodinou projevuje se opět zpoždění teploty za Sluncem, které v těch hodinách díky orientaci kotlíku rychle rozšířilo ozařovanou plochu. V poledne je osluněn největší obvod kotlíku



Graf 12. Okrajové části kotlíku teplejší (šrafovány) nebo chladnější (tečkovány) v teplotě vzduchu (výška 30 cm) proti průměrné teplotě všech krajů. Měření 10. VII. 1956 v kotlíku B.

Silná čára vyznačuje okamžiky, kdy Slunce stojí kolmo proti příslušné porostní stěně. Slabší čáry udávají rozsah osluněné části kotlíku. Na ose Y jsou stupně azimutu. Rozdíly ve ^{0}C.

v rozsahu 55—295^0 azimutu; během celého dne je osluněn obvod mezi 30 až 315^0 azimutu.

Přerušení pravidelného chodu isolinií po poledni v den měření 10. VII. 1956 bylo způsobeno oživením větru, který ve 13,00 a 13,30 hodin přechodně dosáhl síly 3^0 Bf a poněkud vyrovnal mikroklimatické rozdíly.

Nicméně zpoždění teploty za Sluncem zůstává zachováno i odpoledne po utišení větru a k večeru se znatelně zvětšuje. Tento jev — protichůdný nálezu Geigerovu — si vysvětlujeme tím, že i když Slunce ozařuje novou a novou plochu, intensita tepelného záření již nestačí k většímu ohřátí půdy a atmosféry na nově ozářených místech.

Předtím, než Slunce pro plochu kotlíku zapadne, teplotní rozdíly se rychle vyrovnávají. Večer a v noci byly shledány na ploše kotlíku nepatrné rozdíly, které ponejvíce nepřesahovaly velikost chyb pozorování.

Celkový rozsah rozdílů se pohyboval v rozmezí ± 4^0 C a přesahuje tedy dostatečně možné chyby v pozorování. Maximální záporné rozdíly se vyskytují v hodnotě — 2,2^0 C na severovýchodní straně v odpoledních hodinách (nejteplejší místa kotlíku). Největší kladné rozdíly nacházíme na jižním a jihozápadním okraji v časném odpoledni (nejchladnější místa v kotlíku).

Podobné poměry zachytila i ostatní měření v jiných částech vegetační doby. Ve všech případech zůstává v principu zachován postup oteplování a chladnutí jednotlivých okrajů kotlíku. Samozřejmě se zmenšující se výškou Slunce během roku zmenšuje se rozsah okrajů, jimiž za dne vlna oteplení proběhne. Vzhledem ke snížené intensitě slunečního záření jsou ovšem i rozdíly k jaru a k podzimu menší. Kromě toho se postupně stěhuje absolutně nejteplejší část okraje od letní polohy na severovýchodě k jarní a podzimní poloze na severu.

Jako příklad poměrů při nízko stojícím Slunci na konci nebo na počátku vegetačního období je v grafu uveden výsledek z měření dne 20. září 1956.

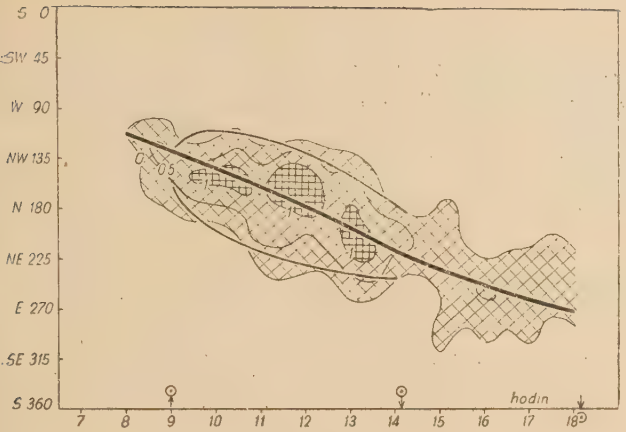
Slunce vychází pro plochu kotlíku v ten den až v 9 hodin a zapadá několik minut po 14. hodině. Průběh teplotních rozdílů mezi jednotlivými okraji si v podstatě zachovává všechny své charakteristické dříve zde vylíčené rysy; rozdíly jsou ovšem menší. Podstatně menší je i obvod kotlíku během dne osluněný, po případě rozloha okrajových částí, vykazujících proti jiným částem kotlíku zvýšenou teplotu. Během dne osluněný obvod má rozsah 110—240^0 v azimutu; největší okamžitý rozsah nabývá před polednem (130—230^0 v azimutu).

Při vniku slunečních paprsků na půdu kotlíku v 9 hodin vykazuje měření jako nejteplejší místo severozápad, okolo poledne sever, ve 13 hodin severovýchodní okraj kotlíku. Maximální záporné rozdíly se vyskytují přibližně na severním okraji okolo poledne (nejteplejší prostor; hodnota maximálních rozdílů —1,6^0 C); kladné rozdíly jsou na všech zastíněných okrajích velmi vyrovnané a pohybují se mezi 0,1—0,6^0.

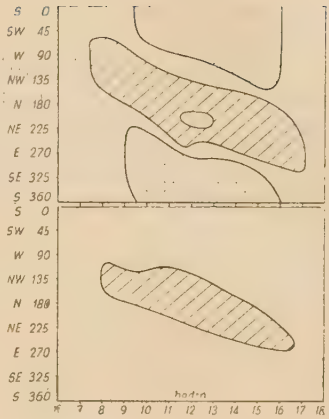
V grafu 13 můžeme vidět, že v daném případě se začínají místní rozdíly na okrajích vyvíjet již před východem Slunce pro plochu kotlíku, a to asi jednu hodinu před tím. Je to důsledek ranního ozařování velké plochy půdy v porostu a porostní stěny na západ až severozápad od kotlíku, odkud se pak výměnou pomalu ohřívá i příslušný okraj kotlíku. Podobně je tomu i potom, když Slunce již neozařuje přímo půdu kotlíku po 14. hodině, nýbrž rozsáhlý lem porostu a okrajové stromy.

Rozdělení oblasti největších kladných rozdílů na jednotlivá jádra v grafu bylo způsobeno během měření občas oživujícím větrem nebo přechodem hustších partií cirrových oblak, která v den měření pokrývala 3—8 desetin oblohy.

Měření aspiračními psychrometry bylo určeno především k výzkumu mikroklimatu okrajových pásem kotlíku B. Dat lze použít rovněž k posou-



Graf 13. Okrajové části kotlíku teplejší (šrafovány) v teplotě vzduchu (výška 30 cm) proti průměrné teplotě všech okrajů. Měření 20. IX. 1956 v kotlíku B. Okrajové partie, které nejeví zápornou odchylku od průměru, jsou isothermické. Ostatní označení jako u grafu 12.



Graf 14. Okrajové části kotlíku teplejší (šrafovány) nebo chladnější (tečkovány) v teplotě vzduchu (výška 30 cm) vzhledem ke středu kotlíku (kotlík B). Nahoře měření 10. VII. 1956, dole 20. IX. 1956.

zení dynamiky teplotního mikroklimatu ve středové části, neboť na stanici v centru kotlíku bylo rovněž měřeno psychrometrem.

Studiem rozdílů teploty mezi středem a okraji v jednotlivých denních hodinách dostali jsme obraz, zachycený schematicky v grafu 14. V něm uvádíme pod sebou jednak výsledky z letního měření 10. července 1956, jednak z podzimního měření 20. září téhož roku. Z grafu můžeme vyčíst místa v určité době teplejší (vyšrafovány) nebo chladnější (vytečkovány) než střed kotlíku. Již z letmého pohledu na graf z letního (červencového) měření je patrno, že se maximální teploty během celého dne pohybují v pásmu mezi středem a okraji kotlíku. Střed není téměř po celý den zasažen oblastí maximální teploty vzduchu. Teplota uprostřed kotlíku vrcholí okolo 13 hodin a jen v té době se přibližuje teplotě severního okraje. Jindy je střední část kotlíku výrazně chladnější než oblast okamžitých teplotních maxim. Největší rozdíl mezi středem a oteplovaným okrajem vzniká odpoledne (v 15,30 hodin) na severovýchodě kotlíku.

Poněvadž v době vysokého stavu Slunce na obloze jsou střední části kotlíku po část dne přímo osluněny, vytváří se také rozdíl v teplotě mezi středem a okraji ve stínu. Po dlouhou část dne, během intensivního oslunění plochy kotlíku, je chladnější než střed část jižní, jihovýchodní a jihozápadní; od pozdního dopoledne a zvlášť odpoledne také západní část. V dopoledních hodinách je ve srovnání se středem po krátkou dobu chladná část severovýchodní a východní. Přehled podává citovaný graf.

Koncem září (podobně koncem března) se maximum posunuje pouze po severozápadním až severovýchodním okraji, které jsou v průběhu dne teplejší než střed. Poněvadž centrální partie kotlíku nejsou vůbec zasaženy Sluncem po celý den, zůstává celá ostatní plocha kotlíku bez průkazných teplotních rozdílů. Největší rozdíly teploty vznikají po poledni (ve 13 hodin) mezi středem a severním okrajem.

2.3 Závěry

Studium teplotního mikroklimatu dlouhodobým i ambulantním měřením prohloubilo naše znalosti dynamiky kotlíkového teplotního mikroklimatu zejména z hlediska mikroklimatologického a bioklimatologického.

Ukázali jsme dosud zanedbávanou sezónní dynamiku, podmíněnou pohybem Slunce v deklinaci během roku, a to jak usančními metodami při rozboru materiálu, tak i novějším způsobem matematicko-statistickým – analysou rozptylu.

Ambulantními měřeními byla studována dynamika denní, v níž se kombinuje vliv postavení Slunce v deklinaci s denním zdánlivým posunem v hodinovém úhlu.

Konečně byl učiněn pokus o převedení rozdílů teploty vzduchu mezi jednotlivými stanicemi v kotlících na dlouhodobý průměr na základě zjištěného, statisticky průkazného vztahu mezi rozdíly teploty a typy počasí podle myšlenky Sapožnikovové o kvasikonstantnosti průměrných rozdílů za různých stavů povětrnosti.

V souhrnu je možno říci o teplotním mikroklimatu studovaných dvou kotlíků B a C toto:

Malý kruhový kotlík C

Měření prokázalo teplotní stejnorodost mikroklimatu v průměrných hodnotách na celé ploše kotlíku. Sezónní i denní dynamika jeho mikroklimatu je v naprosté shodě s dynamikou klimatu porostního, zjištěného v okolním borovém porostu. Tato shoda je porušena jen v severní části u okraje kotlíku na vrcholu astronomického léta, kdy přímé oslunění vytváří tam přechodně na několik hodin teplý rajón. Stejně jako celkový ráz mikroklimatu jsou i absolutní hodnoty teploty vzduchu v kotlíku C i v porostu v průměrech shodné. Určité zjištěné rozdíly (v zimě je porost přes den nepatrně teplejší, na vrcholu léta poněkud chladnější) mají svůj význam jedině z hlediska mikroklimatologického, nikoliv přímo ekologického. Z hlediska teplotního mikroklimatu můžeme pro účely pěstování lesů považovat malý kotlík C za element, který v teplotě prakticky téměř neruší kontinuitu porostního podnebí.

Ve srovnání se středem velkého eliptického kotlíku B je malý kotlík C (stanice v jeho středu) ve vegetační době chladnější (v průměru o 1—2^0 C, absolutní rozdíly až přes 6^0 C za radiačních typů počasí), v zimě naopak teplejší (v průměru jen o 0,1^0 C, za radiačních typů počasí až o 1^0 C). Vykazuje tedy malý kotlík týž tlumivý vliv na amplitudy, jenž je charakteristický pro klima porostní.

Velký eliptický kotlík B

Tento kotlík vykazuje mosaiku teplotních mikroklimat s různou dynamikou denní i sezónní. Z hlediska mikroklimatologického i ekologického je velmi důležité, že celek kotlíku není uvnitř mikroklimaticky jednotný.

Tato nejednotnost netkví jen v rozdílnosti absolutních hodnot teploty na tom či onom místě kotlíku, nýbrž zasahuje hlouběji; jednotlivá místa kotlíku jsou od sebe odlišná denním rytmem, ba i sezónní dynamikou teplotních poměrů.

Severní část kotlíku je po celý rok ve srovnání se středem i všemi

ostatními okraji nejteplejší. V průměrných hodnotách měsíčních teplot nenajdeme vyjádřenu tuto vlastnost severní části kotlíku v zimních měsících; v zimě nejsou tyto rozdíly v průměrných denních a měsíčních teplotách vyvinuty. Tehdy je rozdíl severu patrný pouze přes poledne. Ovšem všechny znaky ostatní, jak bude o nich řeč ještě v dalších kapitolách, dovolují nám z praktického hlediska označit severní části jako celoročně nejteplejší. Nejvýraznější postavení zaujímá ovšem severní část kotlíku během vegetační doby. Tehdy vykazuje vysoké teploty dík přímému ozařování Sluncem. Nejvyšší teploty, spojené s nebezpečím přehřátí organismů, objevují se podle našich měření v plném létě v severovýchodní části, na počátku a na konci vegetační doby přímo na severu. Toto kolísání lokalisace absolutních maxim teplot vzduchu je způsobováno orientací kotlíku, vychýlením os ze směru hlavních světových stran ve směru ručiček hodinových. V denním rytmu v letních měsících není severní okraj nejteplejší ráno, kdy toto místo zaujímá západní část kotlíku.

Ve srovnání se středem kotlíku je sever, jak už bylo řečeno, po celý rok teplejší. Křivka rozdílů má typický dvojí vrchol v jarních a podzimních měsících. V létě jsou rozdíly teploty mezi severem a středem poměrně malé; obojí místa mají dík přímému oslunění vysoké teploty. V dlouhodobém průměru činí tu rozdíl v červnu okolo 0,5^0 C ve prospěch severní části, zatím co v září asi 2,2^0 C, v dubnu a květnu asi 0,9^0 C.

Jižní část kotlíku je po celý rok ze všech okrajů nejchladnější, v zimě je však v průměrech o něco teplejší než střed kotlíku. Od dubna do srpna je nejchladnějším místem v kotlíku vůbec. Rozdíly vzhledem ke středu byly zjištěny v té době až přes 6^0 C. Režim teploty i absolutní hodnoty jsou tu v průměrech podobné malému kotlíku C, menší vliv porostního klimatu je však zřetelný ve vyšších amplitudách.

Západní část kotlíku je v ranních hodinách nejteplejší plochou seče mezi květnem a červencem, a v době vegetační představuje druhý nejteplejší prostor kotlíku v denním průměru. V létě začíná oblast maximálních teplot svůj denní pohyb na jihozápadě kotlíkové plochy a orientace kotlíku umožňuje účinné působení Slunce v pozdějších dopoledních hodinách. Ráno se jeví v pohybu oblasti maxim teploty vzduchu určité zpoždění za postupen Slunce v západní části; to spolu s polohou kotlíku může zlepšovat ekologické následky časného ranního oslunění západní strany, jež je ekologicky označováno za nepříznivé.

Východní část kotlíku se svými teplotními vlastnostmi blíží části jižní, čemuž opět napomáhá orientace kotlíkových os. V dynamice mikroklimatu jsou však mezi nimi rozdíly dosti podstatné. Na vrcholu astronomického léta, kdy je Sluncem ozařována rozlehlá plocha kotlíku, jeví se na východě v průměrných hodnotách z termínu ve 14 hodin zvýšení nad průměr místní teploty. Východní část vykazuje také dosti výraznou oblast denních maxim teploty vzduchu, jež tam dospívá na své pouti po obvodu kotlíku v pozdním odpoledni. Ambulantní měření odhalilo tam značné zpožďování teploty ovzduší za sluncem v odpoledních hodinách (proti opačnému nálezu Geigerově); absolutní maxima nedosahují tam proto zdaleka výšek jako v severní části (severovýchod v to počítajíc).

Středová část kotlíku je v průměrných teplotách měsíčních a denních v zimním období nejchladnější z celého kotlíku. Celoročně je nejchladnější v ranních hodinách, zejména výrazně v období pravidelně se vyskytujících

jarních mrazíků, nevýrazně pak v létě (zde spolu s jihem a východem). Od května do srpna, tedy po větší část vegetačního období, patří centrální plocha k teplým lokalitám kotlíku B, zejména v době kolem poledne. Jinak však střed není zasahován oblastí momentních teplotních maxim, jež se pohybuje mimo něj.

Z hlediska pěstování lesů můžeme uzavřít, že velký kotlík B jeví na větší části své plochy extrémnější mikroklimatické teplotní podmínky než malý kotlík C, a poměry zásadně odlišné od porostního podnebí. Přes to však ta oblast, kde by mohly vznikat teplotní podmínky ekologicky vysloveně škodlivé, není plošně velká. Naopak obnově je k disposici větší plocha s vysloveně příznivými poměry teplotními, než v kotlíku malém.

Další zvětšování rozměrů kotlíku by však žádoucí již nebylo, neboť by narůstala plocha drsných mikroklimatických podmínek. Jako vhodné se projevilo malé natočení os kotlíku B v azimutu po směru ručiček hodinových.

3 TEPLOTA PŮDY

Teplota půdy byla sledována při našem měření dost podrobně, jak je patrno již z kapitoly o metodice měření. Během tříletého období výzkumu shromáždili jsme asi 50 000 údajů půdní teploty od povrchových vrstev až do hloubky 100 cm. Z toho asi 46 000 dat dalo dlouhodobé měření staniční uprostřed obou zkoumaných kotlíků B a C, při okrajích kotlíku B a v porostu. Zbytek představují měření ambulantního typu. Vzhledem k obsáhlosti byl materiál, pokud to okolnosti dovolily, zpracován na statistických strojích podobně jako data o teplotě vzduchu. Pro horší kvalitu půdních teploměrů vyžádaly si neúměrného času práce s předběžným zpracováním naměřených dat (vypočtení korekcí) a jejich nutná vícenásobná kontrola.

Trvalá měření se prováděla v půdě se zachováním původní půdní pokrývky (nadložního humusu), při čemž bylo dbáno toho, aby teploměry nebyly instalovány na místech s příliš rozdílnými poměry v kvantitě nadložního humusu. Jejich údaje informují nás tudíž o skutečném rozložení teplot půdy v každém kotlíku. Ambulantní měření byla většinou prováděna na obnaženém místě a zachycují tedy teplotu bez vlivu pokrývky. Vzájemné srovnání výsledků ukáže, do jaké míry může půdní pokrývka pozměnit teplotní mikroklima kotlíkové plochy.

Označení okrajů kotlíkové plochy při měření půdních teplot je provedeno stejně jako u teploty vzduchu. Pro trvalá měření a pozorování předběžná ambulantního typu jsou ona místa označena přibližně podle hlavních mikroklimatických stanic. Při studiích ambulantních jsou místa označována přesně podle azimutu vzhledem ke středu kotlíku.

3.1 Trvalá měření

3.1.1 Základní rozbor

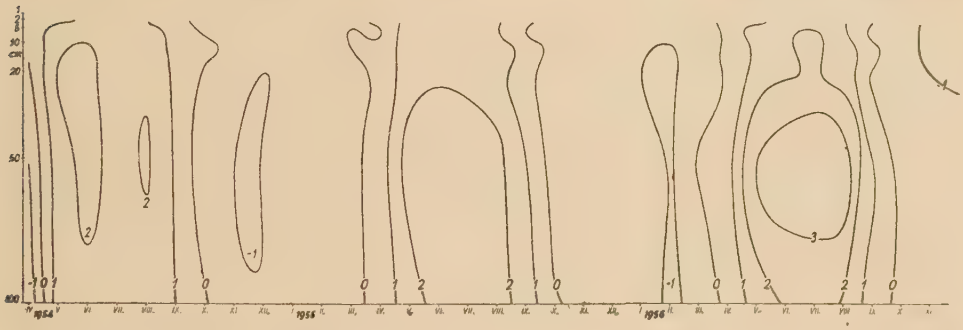
Vzhledem k obsáhlosti základního materiálu neuvádíme pro nedostatek místa tabulky průměrných hodnot.[24]) Při rozboru se konec konců obejdeme bez nich.

---

[24]) Jsou k disposici na pracovišti.

Všimneme si nejdříve poměrů v malém kotlíku C ve srovnání s kotlíkem velkým. K tomu účelu lépe než absolutní hodnoty teploty poslouží průměrné její rozdíly v jednotlivých hloubkách mezi středem kotlíku velkého a malého. Rozdíly byly vypočteny pro termíny trvalého měření podle měsíců.

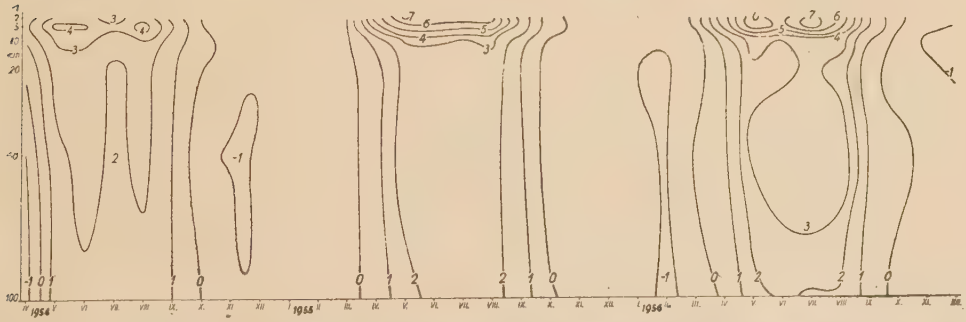
V grafech jsou uvedeny v isopletárním zobrazení rozdíly a jejich roční průběh pro termín 7 (graf 15) a 14 hodin (graf 16). Jak je patrno, jsou rozdíly proměnné nejen podle hloubky v půdě, nýbrž také podle ročního



Graf 15. Isoplety rozdílů půdní teploty (⁰ C) mezi středem kotlíku B (stanice 12) a středem kotlíku C (stanice 3A) v měsíčních průměrech 1954—1956 pro termín pozorování v 7 hod.

období a doby denní. V zimě je půda uprostřed malého kotlíku teplejší proti centru kotlíku velkého, a to v povrchových vrstvách asi o 0,5⁰ C, ve větší hloubce maximálně a dočasně až o 1⁰ C. Mezi ranním a odpoledním termínem jsou přitom diference nepatrné; ráno jsou povrchové vrstvy v malém kotlíku, chráněné více před radiační ztrátou tepla, o několik desetin stupně teplejší ve srovnání s velkým kotlíkem než odpoledne.

Po celou vegetační dobu je půda malého kotlíku chladnější než střed velkého kotlíku; největší průměrné rozdíly v povrchových vrstvách dosahují v plném létě odpoledne až přes 7⁰ C. Z průběhu isoplet je také patrno, že se ve velkém kotlíku uprostřed zahřívají i spodní vrstvy mnohem



Graf 16. Isoplety rozdílů půdní teploty (⁰ C) mezi středem kotlíku B (stanice 12) a středem kotlíku C (stanice 3A) v měsíčních průměrech 1954—1956 pro termín pozorování ve 14 hod.

intensivněji než v kotlíku malém: v létě vykazuje půda v kotlíku B do hloubky téměř 80 cm vyšší teplotu, v průměru až o 3⁰ C. Půda malého kotlíku zůstává v té roční době chladnější i v noci, při čemž v povrchových vrstvách je ráno zaznamenáván průměrný rozdíl okolo 1⁰ C; hlouběji trvá po celý den i v noci rozdíl okolo 2—3⁰ C. Jak je tedy patrno, přijímá v létě střed velkého kotlíku přes den tolik tepla, že mu zajistí převahu v půdní teplotě i v noci. Vyrovnání teplot a přechod od zimních poměrů k letním a naopak nastává v obou kotlících přibližně mezi březnem a dubnem a na podzim v říjnu.

Může se zdát pozoruhodným, že v létě má střed velkého kotlíku v noci i ve 2 cm pod povrchem půdní teplotu vyšší než kotlík C, zatím co v teplotě ovzduší je poměr mezi kotlíky obrácený, nanejvýš je teplota vyrovnána (červen-červenec). V tomto jevu spatřujeme vliv nadložní půdní pokrývky, která se projevuje jako účinný isolátor. Následkem efektivního vyzařování se ve středu kotlíku B povrch této nadložní pokrývky (převážně nadložní humus, něco mechů) v noci ochlazuje, a tím klesá i teplota vzduchu. Půdu však nadložní pokrývka dobře isoluje, takže se v ní udržuje teplo, přijaté v době přímého oslunění. V malém kotlíku C půda ve dne přijala méně tepla a zůstává proto chladnější, i když následkem malého efektivního vyzařování se povrch půdní pokrývky ochlazuje slabě a teplota vzduchu je vyšší než v kotlíku B (srovnej k tomu kapitolu o záření).

Tabulka XVI.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a kotlíku C (hloubka 2 cm, 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl ⁰C	1955—1956			1954—1956									Σ
	Měsíc												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
14,6—15,5								1					1
13,6—14,5					1		1						2
12,6—13,5					2	1	1	1					5
11,6—12,5				3	6	3	6	1					19
10,6—11,5				1	3	1	4						9
9,6—10,5					6	3	3	6					18
8,6—9,5				2	3	5	5	6					21
7,6—8,5				3	6	3	5	6					23
6,6—7,5				5	8	4	8	9	1				35
5,6—6,5				5	4	8	7	12	4				40
4,6—5,5				9	6	13	8	9	5				50
3,6—4,5			1	4	15	12	11	11	9				63
2,6—3,5				13	9	14	10	15	11				72
1,6—2,5			1	10	17	15	16	11	20	1	1		92
+ 0,6—1,5			7	16	7	8	8	5	22	34	3		110
— 0,5— + 0,5	45	43	46	15					18	48	50	62	326
— 0,6—1,5	15	13	5	2						8	27	20	90
1,6—2,5		1	2	2						1	8	8	22
2,6—3,5	2									1	1	3	7
3,6—4,5													

Zatím jsme se opírali o data průměrná, o průměrné teploty respektive rozdíly. Pro život rostlin jsou však bezprostředně významné hodnoty okamžité. Uvádíme proto tabulky četností rozdílů půdní teploty z povrchových vrstev 2, 5, 10 a 20 cm mezi kotlíkem B a C. Hodnoty rozdílů jsou z období denního maxima půdní teploty (z termínu ve 14 hodin). Tabulky jsou rozděleny pro měsíce I—III a IV—XII, protože z první skupiny jsou k disposici data z let 1955—1956, z druhé 1954—1956 (viz tabulky XVI až XIX).

Z frekvenčních tabulek je patrné, že střed malého kotlíku je v hloubce 2 cm v létě chladnější až o 15° C proti středu velkého kotlíku; rozdíl okolo 10,5° má v květnu nebo v červenci aritmetickou pravděpodobnost překročení v letech našeho měření asi 10 %, rozdíl 4,5° asi 50 %. Od listopadu do března pohybují se rozdíly ponejvíce okolo 0° v rozmezí 0,5° C.

Směrem do hloubky se letní rozdíly zmenšují. V 10 cm vykazuje 10% aritmetickou pravděpodobnost překročení rozdíl 3,6—4,5°, při čemž největší rozdíly činí okolo 7°. V měsících chladného půlroku (listopad až březen) jsou hlubší vrstvy půdní v malém kotlíku teplejší než vrstva svrchní. Rozdíly půdní teploty se v hloubce 10 cm pohybují v této době v rozmezí —0,6 až —1,5° téměř stejně často, jako okolo 0°, v hloubce 20 cm od listopadu do února jsou pak rozdíly této frekvenční třídy zastoupeny nejvíce.

Tabulka XVII.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a kotlíku C (hloubka 5 cm, 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	1955—1956			1954—1956									Σ
	Měsíc												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
14,6—15,5													
13,6—14,5							1						1
12,6—13,5							4						4
11,6—12,5					5	2	3						10
10,6—11,5				1	2	1	1	3					8
9,6—10,5				1	4	4	3	2					14
8,6—9,5				1	6	2	2	5					16
7,6—8,5				4	6	4	5	4					23
6,6—7,5				2	12	10	9	16	1				50
5,6—6,5				8	9	13	10	12	5				57
4,6—5,5				8	11	13	15	15	6				68
3,6—4,5			1	7	7	14	9	9	10				57
2,6—3,5				7	17	11	9	13	7				64
1,6—2,5			5	17	12	15	18	11	24	1			103
+ 0,6—1,5			4	17	2	1	4	3	24	25	3		83
— 0,5— + 0,5	38	42	46	12					13	56	54	62	323
— 0,6—1,5	20	14	5	3						10	24	21	97
1,6—2,5	3	1	1	2						1	8	5	21
2,6—3,5	1										1	5	7
3,6—4,5													

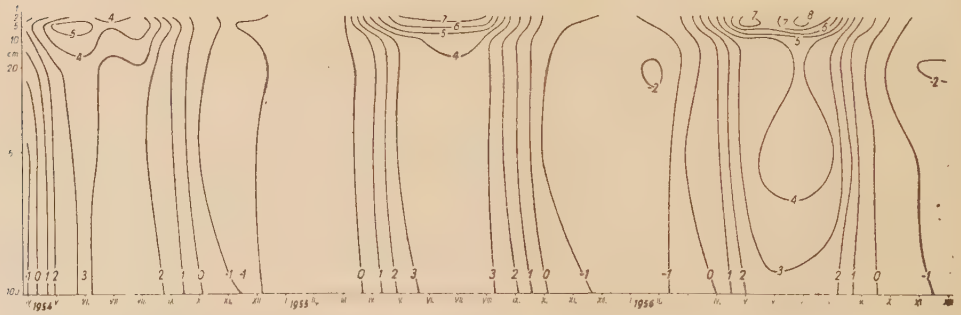
Tabulka XVIII.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a kotlíku C (hloubka 10 cm, 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	1955—1956			1954—1956									Σ
	Měsíc												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
14,6—15,5													
13,6—14,5													
12,6—13,5													
11,6—12,5													
10,6—11,5													
9,6—10,5													
8,6—9,5					1								1
7,6—8,5				1									1
6,6—7,5						1							1
5,6—6,5					2	1	3	2	1				9
4,6—5,5				1	10	5	7	9					32
3,6—4,5				6	20	21	19	26	4				96
2,6—3,5				8	28	29	36	20	7				128
1,6—2,5				15	24	29	27	32	17	1			145
+ 0,6—1,5			1	31	8	4	1	4	39	9	1		98
— 0,5— + 0,5	32	27	47	23					22	71	40	42	304
— 0,6—1,5	27	26	13	3						12	42	41	164
1,6—2,5	2	3	1	2							7	4	19
2,6—3,5	1	1										6	8
3,6—4,5													

Malý kotlík je v zimě teplejší proti středu kotlíku velkého maximálně o 3,5° C.

Porost vykazuje v půdní teplotě kvalitativně naprosto shodné vlastnosti jako střed malého kotlíku; liší se nemnoho jen kvantitou rozdílů. Podle grafu 17, kde jsou isopletárně znázorněny rozdíly v teplotě půdy ve 14 ho-



Graf 17. Isoplety rozdílů půdní teploty (° C) mezi středem kotlíku B (stanice 12) a borovým porostem v měsíčních průměrech 1954—1956 pro termín pozorování ve 14 hod.

Tabulka XIX.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a kotlíku C (hloubka 20 cm, 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	1955—1956			1954—1956									Σ
	Měsíc												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
14,6—15,5													
13,6—14,5													
12,6—13,5													
11,6—12,5													
10,6—11,5													
9,6—10,5													
8,6—9,5													
7,6—8,5													
6,6—7,5				1									1
5,6—6,5													
4,6—5,5					3	4	5	2	1				15
3,6—4,5					10	6	8	8					31
2,6—3,5				2	25	32	28	28	1				116
1,6—2,5				14	41	42	47	49	17				210
+ 0,6—1,5		1		21	14	6	5	6	38	1			92
— 0,5— + 0,5	21	23	46	43					26	70	28	12	269
— 0,6—1,5	38	28	15	5					7	23	56	69	241
1,6—2,5	3	4	1	2							5	7	22
2,6—3,5		1		2							1	5	9
3,6—4,5													

din (měsíční průměry) mezi středem kotlíku B a porostem, vidíme, že porost je v zimě teplejší až o více než 1° C, při čemž oblast této teplotní diference zasahuje i povrchové vrstvy a je časově rozsáhlejší než v kotlíku C. V létě rozdíly proti středu velkého kotlíku dosahují v průměrech v povrchových vrstvách až přes 8° C. Porost je pak přibližně o 1° chladnější než střed kotlíku C. Srovnej k tomu velmi podobná data o rozdílech půdní teploty mezi pasekou a porostem, jež u nás získali na jihozápadním Slovensku Mařan a Lhota (1953). I hlouběji v půdě je porost v létě dosti chladný (chladnější o 0,5—1,0° C proti kotlíku C). Půdní teploty na ploše malého kotlíku jsou na všech místech téměř shodné; teplota na okraji se nijak neliší od teploty půdy v porostu. Výjimku činí na krátkou dobu (červen-červenec) severní přímo ozařovaný okraj malého kotlíku, který vykazuje po dobu oslunění vyšší půdní teploty především v povrchové vrstvě.

Na ploše velkého kotlíku B se naproti tomu projevuje velmi výrazná teplotní diferenciace v půdě, podobně jak jsme se s ní setkali již v ovzduší. Vzhledem ke všestrannému významu této diferenciace, vytvářející na malé ploše stanoviště se zcela různými ekologickými i mikroklimatickými vlastnostmi, jež se nadto mění během dne i během roku, probereme nyní

Tabulka XX.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho jižní částí (hloubka 2 cm; 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
14,6—15,5					1			1
13,6—14,5		1		1				2
12,6—13,5		1		1				2
11,6—12,5	1	4	1	3	2			11
10,6—11,5	1	4	1	5				11
9,6—10,5	2	2	3	4	2			13
8,6—9,5		5	4	6	8			23
7,6—8,5	5	12	5	3	7			32
6,6—7,5	9	6	7	7	10	4		43
5,6—6,5	7	10	8	8	10	6		49
4,6—5,5	3	5	9	8	14	8		47
3,6—4,5	7	10	12	11	10	9		59
2,6—3,5	12	11	9	5	8	13		58
1,6—2,5	13	12	9	12	9	20	9	84
+ 0,6—1,5	21	9	19	16	12	27	62	166
— 0,5— + 0,5	10	1	3	3		3	19	39
— 0,6—1,5	1						2	3
1,6—2,5								
2,6—3,5								
3,6—4,5								

postupně průběh půdních teplot na čtyřech okrajích velkého kotlíku B ve srovnání s jeho středem. Věnujeme při tom pozornost průměrným hodnotám z termínů 7 a 14 hodin.

Jižní okraj kotlíku B (stanice 10) je prakticky neustále ve stínu a jeví se proto po celou vegetační dobu ve 14 hodin jako chladný ve srovnání se středem (viz graf 18). V letních měsících dosahují rozdíly do hloubky 5 cm v průměru 5—6° C proti středu kotlíku a v hloubce 100 cm činí rozdíl ještě okolo 1,5° C. Maximální rozdíly se projevují mezi květnem a srpnem; jejich výskyt je obvykle rozdělen na dvě období, oddělená od sebe dešti-

Graf 18. Isoplety rozdílů půdní teploty (° C) mezi středem kotlíku B (stanice 12) a jižním okrajem (stanice 10) v měsíčních průměrech vegetační doby (duben až říjen) let 1954—1956 pro termín pozorování ve 14 hod.

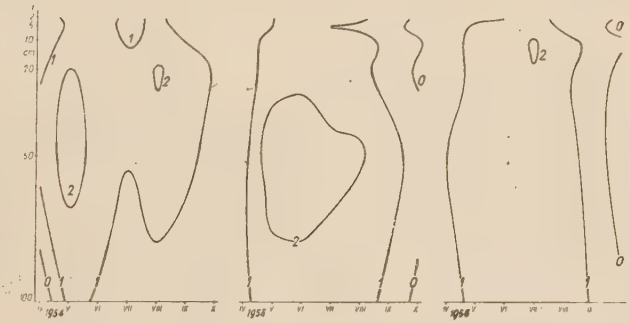
Tabulka XXI.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho jižní částí (hloubka 20 cm; 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
14,6—15,5								
13,6—14,5								
12,6—13,5								
11,6—12,5								
10,6—11,5								
9,6—10,5								
8,6—9,5								
7,6—8,5								
6,6—7,5	1							1
5,6—6,5		1				1		2
4,6—5,5		3	4	5				12
3,6—4,5	1	6	5	5	6			23
2,6—3,5	4	21	18	20	26	6		95
1,6—2,5	15	39	37	40	48	28		207
+ 0,6—1,5	35	21	24	22	13	38	11	164
— 0,5— + 0,5	29	2	2	1		18	80	142
— 0,6—1,5	5						2	7
1,6—2,5								
2,6—3,5								
3,6—4,5								

vou periodou středoevropského léta. Většinou tedy připadnou na květen a červenec (viz frekvenční tabulky XX a XXI). Ve srovnání s malým kotlíkem je jižní zastíněná strana velkého kotlíku v létě poněkud teplejší, zřetelně ve spodnějších půdních vrstvách.

Ze zimního období nemáme údaje, protože v okrajových částech velkého kotlíku byly teploty půdy měřeny pouze v době od dubna do října. Z toho, že počátkem a koncem měřeného období zastihujeme isopletu nulového rozdílu v průměrné teplotě mezi jižním okrajem a středem, je možno



Graf 19. Isoplety rozdílů půdní teploty (°C) mezi středem kotlíku B (stanice 12) a jižním okrajem (stanice 10) v měsíčních průměrech vegetační doby (duben až říjen) let 1954—1956 pro termín pozorování v 7 hod.

Tabulka XXII.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho jižním okrajem (hloubka 2 cm; 7 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
14,6—15,5								
13,6—14,5								
12,6—13,5								
11,6—12,5								
10,6—11,5								
9,6—10,5								
8,6—9,5								
7,6—8,5								
6,6—7,5								
5,6—6,5								
4,6—5,5								
3,6—4,5								
2,6—3,5								
1,6—2,5				1				1
+ 0,6—1,5		1						1
— 0,5— + 0,5	3	15	15	9	8	1		51
— 0,6—1,5	17	57	67	69	80	36	1	327
1,6—2,5	64	20	8	14	5	52	74	237
2,6—3,5	6					1	18	25
3,6—4,5								

soudit, že v zimě dochází k obrácenému poměru mezi oběma místy: jižní okraj je patrně o něco teplejší středu.

Je to zřetelněji patrné na průměrných rozdílech mezi středem a jižní částí v ranním termínu (7 hodin). V této denní době byla na příklad v říjnu 1956 převážná část půdního profilu v jižní části teplejší než střed (viz graf 19). Ambulantní měření ukazují, že již v září v nočních hodinách mezi 21. a 6. hodinou je povrchová vrstva půdy do 5 cm na jižní části kotlíku teplejší než uprostřed kotlíku. Ten v té době již není ve dne osluněn, zato prodlužující se noci dopřávají, aby se uplatnilo citelně vyzařování. Jinak je v létě půda na jihu kotlíku ráno chladnější průměrně o 1—2° C než střed kotlíku, a to v celém profilu. Je tedy — při srovnání s údaji ve 14 hodin — rozdíl teploty hlubších vrstev stálý ve dne i v noci. Při povrchu je ráno rozdíl mezi oběma místy nejmenší, odpoledne největší. Pokud se týká absolutních diferencí, porovnej frekvenční tabulku rozdílů teploty v hloubce 2 a 20 cm pro 14 a 7 hodin (poměry v 7 hodin jsou uvedeny v tabulkách XXII a XXIII).

Severní okraj je podle výsledků měření na stanici 14 v odpoledním termínu na jaře a na podzim zřetelně teplejší než střed kotlíku, a to v hloubce 1 m v průměru asi o 1° C, při povrchu o 3—6° C. Absolutní hodnoty rozdílů dosahují tu na příklad v září v letech 1954—1956 hodnot až 11,5° C ve 2 cm, 5,5° C v 10 cm, a 4,5° C v hloubce 20 cm. Přibližně shodné

Tabulka XXIII.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho jižním okrajem (hloubka 20 cm; 7 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
14,6—15,5								
13,6—14,5								
12,6—13,5								
11,6—12,5								
10,6—11,5								
9,6—10,5								
8,6—9,5								
7,6—8,5								
6.6—7,5								
5,6—6,5								
4,6—5,5								
3,6—4,5	1	1	2	2				6
2,6—3,5	2	10	9	3				28
1,6—2,5	8	33	39	35	43	14	2	174
+ 0,6—1,5	30	44	36	52	43	42	19	266
— 0,5— + 0,5	44	5	4	1	3	34	70	161
— 0,6—1,5	5						2	7
1,6—2,5								
2,6—3,5								
3,6—4,5								

jsou poměry také v dubnu (jen rozdíl ve 2 cm není na jaře tak výrazný). Projevuje se zde to, že severní okraj je v době jarní a podzimní přímo osluněn, kdežto střed kotlíku je ve stínu.

Jiný je poměr mezi severem a středem kotlíku podle staničního měření v době od května do července. Ve 14 hodin jsou průměrné rozdíly mezi středem a stanicí 14 v hloubce pod 5 cm v průměrech velmi malé, případně prakticky zanedbatelné. Povrchové vrstvy minerální půdy byly však v letech 1954 a 1955 proti středu kotlíku zřetelně chladnější. Podle výsledků měření teploty vzduchu bychom zajisté očekávali pravý opak. Nicméně i data z předběžných ambulantních měření uvedenou situaci potvrzovala. V grafu 20 je pro příklad uveden průběh teploty v hloubce 2 a 5 cm podle měření dne 23. července 1955 na stanici 12 uprostřed kotlíku a na stanici 14 v jeho severní části. V tabulkách XXIV—XXVI jsou uvedeny frekvence rozdílů pro hloubku 2, 10 a 20 cm (1954—1956).

V roce 1956 si půdní teploty na stanici 14 podržely dosavadní ráz, s výjimkou teplot v hloubce 2 cm, které ve 14 hodin stoupaly nad teplotu téže hloubky uprostřed kotlíku. V témž roce prováděná podrobná ambulantní měření půdní teploty v hloubce 5 cm při odstraněné půdní pokrývce ukázala však i v této hloubce vyšší teploty v severní části kotlíku proti jeho středu. Ukázalo se, že útlum teploty na stanici 14 je důsledkem půdní

Tabulka XXIV.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho severním okrajem (hloubka 2 cm; 14 hod.; 1954—1956)

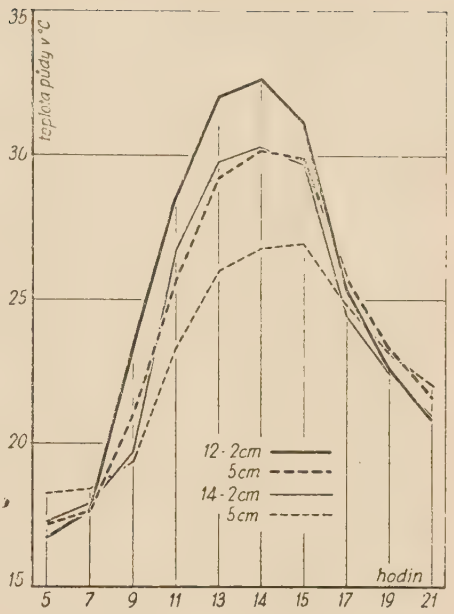
Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
2,6—3,5	1	1		2	1			5
3,6—2,5	1	1		11	3			16
+ 06—1,5	4	22	24	31	16			97
— 0,5— + 0,5	20	37	37	29	32	8	17	180
— 0,6—1,5	32	19	13	7	14	9	46	140
1,6—2,5	18	4	9	4	12	12	22	81
2,6—3,5	3	1	3	2	8	11	3	31
3,6—4,5	4	2	1	1	4	12	1	25
4,6—5,5	4	1	2	1	2	11	3	24
5,6—6,5	1	2				6		9
6,6—7,5	1		1			2		4
7,6—8,5		2				8		10
8,6—9,5	1	1		2		6	1	11
9,6—10,5					1	3		4
10,6—11,5				1		2		3
11,6—12,5				1				1
12,6—13,5				1				1

Tabulka XXV.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho severním okrajem (hloubka 10 cm; 14 hod.; 1954—1956)

Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
4,6—5,5	1	1						2
3,6—4,5								
2,6—3,5			1					1
1,6—2,5			1	1	1	1		4
+ 0,6—1,5	1	17	31	39	16			104
— 0,5— + 0,5	30	73	57	53	66	8	18	305
— 0,6—1,5	34	2			10	33	57	136
1,6—2,5	10					21	14	45
2,6—3,5	8					18	4	30
3,6—4,5	5					7		12
4,6—5,5						2		2
5,6—6,5	1							1

pokrývky, jež se tam skládala z plstnaté vrstvy nadložního humusu (odumřelé mechy a borový opad); jinde u stanic kotlíku byla pokrývka řidší, složená pouze nebo převážně z borových jehlic. Podle ambulantních měření v obnažené půdě je i v měsíci květnu a srpnu severní část v okolí stanice 14 teplejší než střed kotlíku, a také než západní okraj. Kvalita půdní pokrývky, při zběžném pohledu bez nápadných rozdílů, může působit — jak je vidět — značné změny v teplotním režimu jednotlivých míst. V našem případě dokázala snížit teploty v půdě nejexponovanějšího okraje do té míry, že jej zařadila až jako třetí v pořadí podle teploty ve 14 hodin.



Graf 20. Denní průběh teploty půdy uprostřed kotlíku B (stanice 12) a na severním okraji (stanice 14) v hloubce 2 a 5 cm. Půdní pokrývka nadložního humusu nebyla odstraněna. Měření dne 23. VII. 1955.

V noci a ráno jsou povrchové vrstvy severní části kotlíku — soudíc podle teplot v 7 hodin — teplejší než uprostřed (do 10 cm, rozdíly prakticky nejvýše okolo 0,5° C). Ve větších hloubkách je více méně isothermie. Na podzim a na jaře je celý profil výrazně teplejší (o 1° C v hlubších, až o 2,5° C ve svrchních vrstvách).

Západní část kotlíku (stanice 13) je ve 14 hodin přes léto v nejsvrchnějších vrstvách chladnější než střed kotlíku, v průměru o 1—3° C. Projevuje se tu vliv zastínění části

Tabulka XXVI.

Frekvence rozdílů půdní teploty mezi středem kotlíku B a jeho severním okrajem (hloubka 20 cm; 14 hodin; 1954—1956)

Rozdíl °C	Měsíc							Σ
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
4,6—5,5	1							1
3,6—4,5								
2,6—3,5						1		1
1,6—2,5		1						1
+ 0,6—1,5	3	22	25	42	6			98
— 0,5— + 0,5	25	68	64	50	74	11	7	298
— 0,6—1,5	31	2	1	1	13	37	70	155
1,6—2,5	15					21	16	52
2,6—3,5	9					13	1	23
3,6—4,5	6					7		13

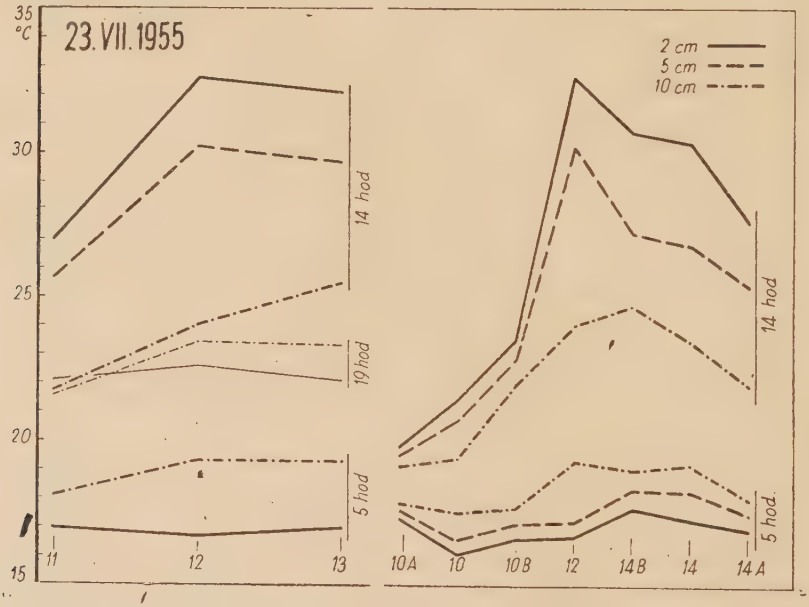
západního kraje po dopoledním oslunění (střed je v létě ještě ve 14 hodin přímo ozařován Sluncem). Mezi 10—20—40 cm je západní část v odpoledním termínu teplejší než střed; setrvává tam stav podmíněný dopoledním osluněním. V hlubších vrstvách je prakticky isothermie mezi oběma srovnávanými místy. Na jaře a na podzim je západní část teplejší v celém profilu, zvláště pak mezi 10—50 cm. V té době střed kotlíku není už vůbec osluněn, zatím co západ má přímé slunce dopoledne. Tento stav při kvantitativně menších rozdílech setrvává patrně přes zimu.

Ráno v 7 hodin je po celou vegetační dobu západní část kotlíku ve svrchních vrstvách půdy teplejší než střed, na jaře a na podzim (duben, září, říjen) v celém půdním profilu. Od května do srpna jsou hlubší vrstvy půdní (od 20—40 cm níže) v teplotě shodné se středem nebo nepatrně chladnější; rozdíly nepřesahují v průměrech obvykle 0,2^0 C.

Východní část kotlíku (stanice 11), pokud jde o rozdíly proti středu, je kvalitativně shodná s částí jižní jak v odpoledním, tak i v ranním termínu. Kvantitativně jsou diference v půdní teplotě ve svrchních vrstvách poněkud menší, povrchové vrstvy jsou teplejší než na jižní části.

Jak je vidět, jsou půdní teploty jednotlivých míst v kotlíku proměnlivé podle poměrů oslunění. Odchylky proti teplotám vzduchu způsobuje odlišné šíření tepla do půdy podle půdní pokrývky.

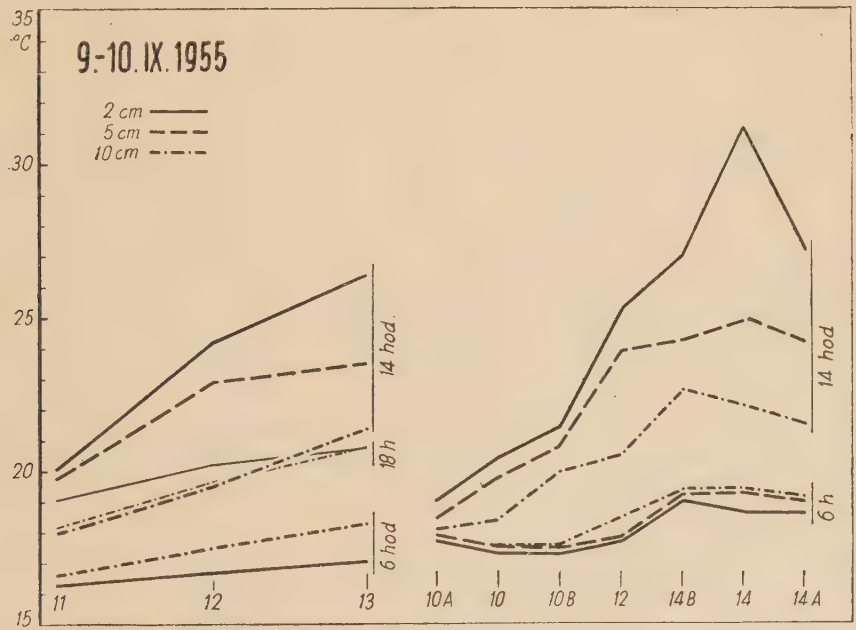
Všimneme si nejdříve svrchní vrstvy půdy do 20 cm. V odpoledním termínu, tedy v období intensivního vzařování, je na jaře v dubnu nejteplejší severní okraj, na druhém místě je střed a západní okraj. V květnu se situace mění: nejteplejší je pak v oné denní době střed kotlíku, severní



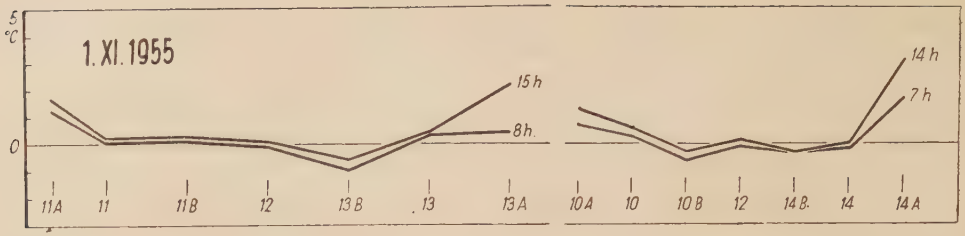
Graf 21. Rozložení půdní teploty podél os kotlíku B pro hloubky 2, 5 a 10 cm v různé denní době v létě. Na místech měření nebyla odstraněna půdní pokrývka. (Osa W-E: stanice 13, 12, 11; osa S-N: stanice 10, 10B, 12, 14B, 14; stanice 10A a 14A jsou již v okrajovém porostním lemu.)

část se přesouvá na druhé místo. Středové části velkého kotlíku vykazují nejvyšší teploty ve 14 hodin od května do července, v červnu a červenci zůstává zřetelně za středem západní okraj. Severní část kotlíku je v teplotě svrchních vrstev půdy až na místě třetím, a to dík isolačnímu působení plstnaté půdní pokrývky. Rozdíly proti západnímu okraji jsou však v průměru z let měření malé (0,3° C). Typické popsané rozložení teploty je patrno na grafu 21, zachycujícím stav podle ambulantního měření dne 23. července 1955 v osách velkého kotlíku. Povšimněme si tu i v následujícím grafu rozložení teploty v profilu svrchních vrstev na západní a východní části kotlíku: na západě je k večeru již naznačeno noční, vyzařovací zvrstvení, na východě ještě zvrstvení denní. V srpnu se situace mění v jarní podobu, neboť nejteplejším se stává sever kotlíku, za nímž následuje střed. V září a říjnu, jakož i patrně po celou zimní dobu, je sever stále nejteplejší. Na druhé místo se však dostává opět západní část, zatím co střed kotlíku se posouvá rychle směrem k nejchladnějším místům. Pro příklad uvádíme v grafu 22 rozložení půdních teplot do hloubky 10 cm v hlavních osách kotlíku podle ambulantního měření 9.—10. IX. 1955. Vzhledem k ovzdušným teplotám, poměrům záření a sněhové pokrývce, jak o tom byla nebo bude řeč, lze odůvodněně předpokládat, že během zimních měsíců je centrální část kotlíku v půdních teplotách z celé jeho plochy nejchladnější. V době vegetační přísluší název nejchladnějšího místa jižní části kotlíku.

V grafu 23 jsou zobrazeny teplotní poměry půdní v osách kotlíku v pozdním podzimu podle ambulantního měření dne 1. XI. 1956; je patrno, že při



Graf 22. Rozložení půdní teploty podél os kotlíku B pro hloubky 2, 5 a 10 cm v různé denní době na podzim. Situace jinak shodná s grafem 21.



Graf 23. Rozložení půdní teploty podél os kotlíku B pro hloubku 5 cm v různé denní době v pozdním podzimu. Půdní pokrývka byla odstraněna. (Osa W-E: stanice 13, 13B, 12, 11B, 11; osa S-N; stanice 10, 10B, 12, 14B, 14; stanice označené písmenem A leží již v prodloužení os pod porostem.)

celkem malých rozdílech je střed kotlíku chladnější než okraje. Teplota půdy směrem k porostu na všech stranách kotlíku stoupá. Stejnou situaci je možno zjistit také v časném jaru.

Ve větší hloubce půdy, pod 20 cm, je situace velmi podobná poměrům ve svrchní vrstvě. Rozdíly v postavení jednotlivých míst lze tu pozorovat hlavně v přechodných obdobích jara a podzimu, když se směrem do hloubky projevuje známé zpožďování v chodu půdních teplot.

V ranním termínu v 7 hodin je v povrchových půdních vrstvách na jaře (duben až květen) nejteplejší severní část velkého kotlíku, za ní následuje část západní. Stejné pořadí je také v měsících srpnu a říjnu a pravděpodobně po všechny zimní měsíce. V červnu a červenci je nejteplejší západní část kotlíku, při čemž část severní zaujímá podle průměrné teploty druhé místo v pořadí.

Ve větší hloubce je pořadí zachováno jako ve vrchním horizontu půdy v dubnu a od července do října (případně dále přes zimu). V květnu je v hloubce pod 20 cm ráno nejteplejší centrální část kotlíku, za ní následuje sever a západ s nepatrnými vzájemnými rozdíly. Střed je nejteplejší i v červnu, kdy však západní část již postoupila na druhé místo, a v červenci se poměry mezi středem a západem vyrovnávají téměř úplně.

I v 7 hodin je po celou vegetační dobu nejchladnější jižní část kotlíku. Jak ukazují data z října, stává se od podzimu teplotně jí blízkou, případně vůbec nejchladnější, centrální část velkého kotlíku.

Uvedené poměry v rozložení průměrných měsíčních termínových půdních teplot velkého kotlíku dokládají sezónní proměnlivost kotlíkového mikroklimatu i v půdě. Příčiny toho jsme poznali již v kapitole o teplotě vzduchu.

Rozdíl v chování severní části kotlíku v oboru teplot vzduchu a půdy v odpoledním termínu je třeba připsat isolačnímu působení půdní mrtvé pokrývky; ta se na povrchu silně zahřívá a od ní přijímá teplo ovzduší; do půdy proniká však teplo jen zvolna.

3.1.2 Redukce dat na dlouhé období

Při dosavadním rozboru jsme sledovali v hodnotách absolutních i průměrných vždy jen data získaná v období měření, to jest v tříleté periodě výzkumných prací. Z praktického hlediska bylo by velmi žádoucí — tak

jako při většině mikroklimatologických výzkumů podobného druhu — převést data, získaná v poměrně krátké době vlastních výzkumných prací, na určitý „normál“ delšího období. Metoda, kterou používá Sapožnikovová (viz Sapožnikova 1950) k převedení krátkodobých měření na delší období, je použitelná v principu i na naše výsledky v oboru teploty půdy, podobně jak jsme o tom hovořili v kapitole o teplotách ovzduší. I zde postupujeme podle základního vzorce pro vážený průměr

$$\bar{d} = \frac{p_1d_1 + p_2d_2 + p_3d_3 + p_4d_4 + p_5d_5 + p_6d_6 + p_7d_7 + p_8d_8}{p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8}$$

Ve vzorci značí p průměrnou četnost typů počasí za 20 let,
d průměrný rozdíl teploty půdy ve zvoleném typu (1954—1956).

Abychom uvedené metody mohli použít, je třeba prokázat závislost mezi půdními teplotami, po případě rozdíly půdních teplot a stanovenými typy počasí. Z celého získaného materiálu nás především zajímají hodnoty půdních teplot ve 14 hodin a ve svrchních vrstvách půdy (do 20 cm), bioklimaticky nejdůležitější pro mladé dřeviny při obnově lesa.

K důkazu závislosti uvádíme data z července let 1954—1956 pro rozdíly půdní teploty z hloubek 2, 5, 10 a 20 cm ve 14 hodin mezi středy obou našich kotlíků B a C. Červenec jsme zvolili pro výrazně rozlišené rozdíly v tomto letním měsíci. Frekvenční tabulky uvádíme (viz tab. XXVII). Je zřejmé, že tu půjde o vztah statistický.

Pro první důkaz jsme volili test hypothesy o neexistenci vztahu mezi typy počasí a rozdíly půdní teploty mezi kotlíkem B a C s použitím veličiny χ^2. Výpočet byl proveden podle vzorce

$$\chi^2 = n \cdot \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{k=1}^{r_2} \frac{n^2_{ik}}{n_i \cdot n_k} - n,$$

a dále

$$f = (r_1 - 1) \cdot (r_2 - 1).$$

Ve vzorcích značí: n rozsah souboru,
i sloupce,
k řádky,
n_i, n_k součty sloupců a řádek,
f stupeň volnosti,
r_1, r_2 počet řádků a sloupců tabulky.

Výpočet dal veličinu χ^2 v hodnotě 166,21 při 91 stupních volnosti pro rozdíly teploty v hloubce 2 cm. Výsledek vyhovuje 1% hladině významnosti a testovanou hypothesu proto zamítáme. Lze tedy přepokládat, že mezi počasím a rozdíly teplot svrchní vrsty půdy v kotlících je těsný vztah.

Výsledky výpočtů rozdílů teploty půdy z let 1954—1956 podle typů počasí naznačují do jisté míry linearitu vztahů mezi počasím a kvantitou rozdílů. Vzhledem k určité libovolnosti při definici typů počasí a hlavně jejich seřazení bylo by zajímavé linearitu vztahu přezkoušet.

V daném případě jde o vyšetření vztahu veličiny jasně kvantitavní spojité (rozdíly teploty) s veličinou na první pohled rozpojitou (typy počasí). Typy počasí jsou však uspořádány v logické gradaci jednotlivých prvků a je tudíž možno použít seriální korelace.

Tabulka XXVII.

Frekvence rozdílů půdní teploty v červenci 1954—1956 mezi středy kotlíků B a C ve 14 hodin podle typů počasí

Rozdíl °C	Hloubka a typ															
	2 cm								5 cm							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
— 0,5— + 0,5																
0,6—1,5						2		5						1		2
1,6—2,5						2		15						3		15
2,6—3,5				3		3		4				2		1		6
3,6—4,5				2		5	1	3				2		3		4
4,6—5,5			1	3				4				3		5	1	6
5,6—6,5				1		2		4			1	3		2		4
6,6—7,5				2		1	1	4				1	1	2	2	3
7,6—8,5				1	1		1	2		1			1	1		2
8,6—9,5		1			1	2		1		1		1				
9,6—10,5				1		1		1			1					2
10,6—11,5	1	1	1					1						1		
11,6—12,5	4	1				1			3							
12,6—13,5	1								3	1						
13,6—14,5		1								1						
14,6—15,5																

Rozdíl °C	Hloubka a typ															
	10 cm								20 cm							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
— 0,5— + 0,5																
0,6—1,5								1								5
1,6—2,5				1		6		20		1	1	6		13	1	25
2,6—3,5		1		8	1	8	2	16		2		5	2	5	2	12
3,6—4,5		2	1	3	1	5	1	6	2	1	1	2		1		1
4,6—5,5	3	1	1	1				1	4							1
5,6—6,5	3															
6,6—7,5																
7,6—8,5																
8,6—9,5																
9,6—10,5																
10,6—11,5																
11,6—12,5																
12,6—13,5																
13,6—14,5																
14,6—15,5																

Korelační poměr jsme vypočetli podle vzorce

$$\Theta^2_{x,y} = \frac{\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{r_1} \frac{s_i^2}{n_i}\right) - y^2}{\frac{1}{n}\left(\sum_{k=1}^{r_2} y_k^2 \,.\, n_k\right) - y^2},$$

při čemž

$$s_i = \sum_{k=1}^{r_2} y_k \,.\, n_{ik}.$$

Ve vzorcích značí: r_1 počet tříd nezávisle proměnné x (typ počasí),
r_2 počet tříd závisle proměnné y (rozdíly půdní teploty),
$n_{i,k}$ hodnota i-tého sloupce a k-tého řádku,
y průměrná hodnota závisle proměnné a
n počet členů souboru.

Podle výpočtu pro hloubku 2 cm je $\Theta_{x,y} = 0{,}47$. Vzhledem k rozsahu souboru (počtu stupňů volnosti $v = 91$) je statisticky prokázána existence korelace mezi červencovými rozdíly půdních teplot ve 14 hodin mezi středy kotlíků v hloubce 2 cm a typem počasí.

Je ovšem ještě třeba stanovit druh korelace pomocí otestování hodnotou Snedecorova F — rozdělení podle vzorce

$$F = \frac{n-p}{p-2} \cdot \frac{\Theta^2 - r^2}{1 - \Theta^2}.$$

Ve vzorci značí n počet členů souboru,
p počet obsazených tříd nezávisle proměnné,
r korelační koeficient lineární korelace a
Θ^2 korelační poměr

Stupně volnosti $m_1 = p - 2$,
$m_2 = n - p$.

Výpočet lineární korelace dal korelační koeficient v hodnotě $r = -0{,}6$. Hodnota $F = 2{,}82$.

Výsledek výpočtu ukázal, že hodnota F pro rozdíl mezi korelačním poměrem a čtvercem korelačního koeficientu lineární korelace nedosáhla hranice 1% významnosti ($\alpha_{0,01} = 3{,}04$). Je tudíž možno předpokládat do jisté míry linearitu korelace mezi rozdíly půdní teploty a typem počasí a k charakteristice těsnosti vztahu použít lineární korelace.

Lineární korelace byla vypočítána samostatně pro hloubky 2, 10 a 20 cm. Korelační koeficient byl vypočítán podle běžného postupu:

$$r = \frac{\sigma_{x,y}}{\sigma_x \,.\, \sigma_y},$$

při čemž směrodatné odchylky

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{k_x^2}{N-1}\left(\sum_{j=1}^{r_1} n_j z_j^2 - z \,.\, \sum_{j=1}^{r_1} n_j \,.\, z_j\right)}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{k_y^2}{N-1}\left(\sum_{i=1}^{r_2} n_i w_i^2 - w \,.\, \sum_{i=1}^{r_1} n_i w_i\right)} \quad \text{a}$$

$$\sigma_{xy} = \sqrt{\frac{k_x \,.\, k_y}{N-1}\left(\sum_{j=1}^{r_1} \sum_{i=1}^{r_2} n_{ji} z_j w_i - z \sum_{i=1}^{r_2} n_i w_i\right)}.$$

Výsledky jsou uvedeny v přehledu:

Hloubka cm	Korelační koeficient r	Stupně volnosti v	Hladina významnosti
2	—0,60	91	$\alpha_{0,01} = 0,27$
10	—0,42	91	$\alpha_{0,01} = 0,27$
20	—0,13	91	$\alpha_{0,1} = 0,17$

Je patrné, že kromě hloubky 2 cm jeví i hloubka 10 cm vyhovující stupeň korelační závislosti mezi teplotními rozdíly a typem počasí. Korelační koeficient je zde vysoce významný; je splněna hladina 1% významnosti. Lze tím míti za prokázaný týž vztah i v hloubce 5 cm (srv. i tabulku frekvencí). Teprve v hloubce 20 cm nejeví rozdíl půdních teplot mezi kotlíky korelační vztah k typu počasí téhož dne; hodnota korelačního koeficientu nesplňuje tam hladinu ani 10% významnosti.

K výpočtu „normálních" rozdílů na základě frekvencí typů počasí byly použity průměrné rozdíly půdní teploty za různých typů počasí podle měsíců v letech 1954—1956. Frekvence různých typů počasí je brána průměrem za dvacet let (1936—1955) podle komplexně-klimatologického rozboru stanice Nový Hradec Králové (viz kapitolu o podnebí oblasti výzkumů, tabulka II). Výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulkách, a to jak pro rozdíly mezi středy kotlíků B a C (tab. XXVIII), tak také pro rozdíly mezi středem velkého kotlíku B a jižní částí (stanice 10; tab. XXIX). Je třeba jen uvést, že data z dubna až prosince jsou podložena tříletým pozorováním, pro leden až březen byly k disposici údaje jen ze dvou roků.[25])

Z tabulky průměrných rozdílů, zvážených podle výskytu typů počasí v jednotlivých měsících (tab. XXX) je patrné, že malý kotlík je v chladném ročním období od listopadu do února a v hloubce 10 cm až do března teplejší než střed velkého kotlíku průměrně o 0,4—0,6° C. Březen a říjen jsou měsíci přechodu od zimních poměrů v teplotě půdy k letním a naopak. V obou měsících jsou svrchní vrstvy (2 a 5 cm) poněkud chladnější v kotlíku malém. Ve vegetačním období od dubna do září je malý kotlík citelně

[25]) Linearitu vztahu nepovažujeme natolik za zajištěnou, abychom mohli k odvození rozdílů půdní teploty mezi středy obou našich kotlíků za různých typů počasí použít rovnice lineární regrese. Zkusmý výpočet rovnice

$$Y = \bar{y} + b\,(x - \bar{x})$$

se závisle proměnnou y (rozdíl teploty v červenci ve 14 hod. v hloubce 2 cm mezi středy kotlíků) a nezávisle proměnnou x (typ počasí) dal výsledné znění

$$Y = 5,48 - 0,94\,(x - 6,12).$$

Podle toho jevily by se rozdíly takto:

typ počasí (x)	1	2	3	4	5	6	7	8
rozdíl teploty půdy (Y) °C . .	10,3	9,3	8,4	7,5	6,5	5,6	4,7	3,7

Ve srovnání s výsledky pozorování rozdílů teploty půdy za určitých typů počasí se však ukázalo, že lineární regrese poměry zkresluje. Na příklad rozdíly půdní teploty při mírně rušeném radiačním počasí (5. typ) jsou všeobecně větší než za převážně vyzařovacího počasí (4. typ) s oblačným dnem a jasnou nocí.

Tabulka XXX.

Průměrný rozdíl půdních teplot mezi středy kotlíku B a kotlíku C z pozorovacího termínu ve 14 hodin v měsíčních průměrech, redukovaný na období dvaceti let

cm	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2	— 0,6	— 0,5	0,2	4,5	6,2	5,6	6,5	5,8	2,2	0,3	— 0,5	—
5	— 0,5	— 0,5	0,3	4,1	6,1	5,6	6,3	5,7	2,3	0,3	— 0,4	—
10	— 0,6	— 0,6	— 0,3	2,0	3,4	3,2	3,5	3,4	1,4	0,0	— 0,6	—

chladnější, s malým teplotním gradientem ve svrchní vrstvě (mezi 2 a 5 cm hloubky). Největší průměrné rozdíly možno očekávat v květnu a červenci. V červnu je průměrný teplotní rozdíl zmenšován větší frekvencí typů počasí se zvýšenou oblačností a srážkami.

Zastíněná část velkého kotlíku (stanice 10; tab. XXXI) vykazuje průměrné zvážené rozdíly v hloubce 2 cm prakticky shodné se středem malého kotlíku. Hlouběji je jižní část velkého kotlíku od dubna do srpna teplejší.

Tabulka XXXI.

Průměrný rozdíl půdních teplot mezi středem kotlíku B a jeho jižním okrajem (stanice 10) z pozorovacího termínu ve 14 hod. v měsíčních průměrech, redukovaný na období dvaceti let

cm	Měsíc							Poznámka
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
2	4.6	6.2	5.2	6.1	5.8	3.0	0,9	V měsících listopadu až březnu nebyla teplota půdy na jižní části kotlíku měřena.
5	3.6	5.3	4.6	5.4	4.8	2.6	0,6	
10	1,9	2,9	3,1	3,1	3,0	1,8	0,4	

Větší radiační bilanci prozrazuje tam větší gradient teplot v povrchových vrstvách. Jinak je chod rozdílů v roce podobný. Zatím co na podzim — v září a hlavně v říjnu — je teplota půdy v malém kotlíku vyšší proti středu kotlíku velkého, je jižní část stále ještě v průměru chladnější. Přechod k očekávanému zimnímu uspořádání (okraje teplejší než střed) nastává tu zřejmě později.

3.2 Ambulantní měření

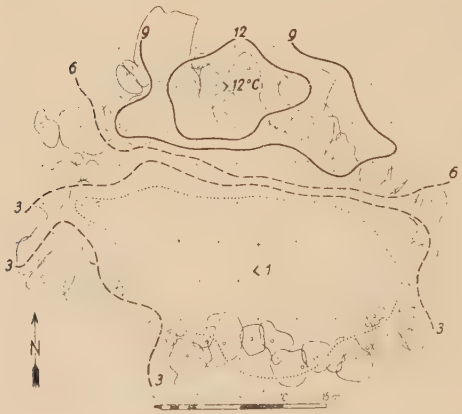
Měření půdních teplot ambulantního typu bylo (jako měření předběžné) prováděno odečítáním teplot na půdních teploměrech hlavních stanic v intervalech jednohodinových až dvouhodinových vždy po dobu 12—24 hodin.

Výsledky, které prověřovaly průměrná data trvalého měření — pokud měly význam pro konečné zpracování — byly již uvedeny.

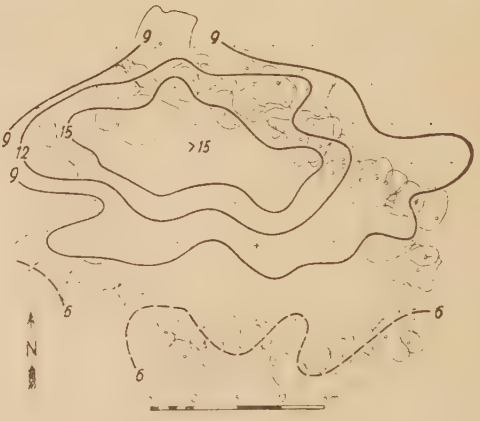
Podrobné ambulantní měření bylo prováděno odečítáním půdních teploměrů v hloubce 5 cm, umístěných ve značném počtu na ploše velkého kotlíku. Toto měření mělo za účel zpřesnit poznatky o exposičním půdním klimatu a jeho denních i sezónních změnách. Nezávislost údajů na místních poměrech půdní pokrývky byla dosažena očištěním povrchu v okolí každého teploměru až na minerální půdu (viz metodiku měření). Zvláštním měřením bylo ověřeno, že rozměry očištěných míst jsou pro náš účel dostatečné; hloubka 5 cm zaručila pak nezávislost na krátkodobých výkyvech v dodávce tepelné energie.

Především si všimneme lokalisace oblasti maximálních a minimálních denních amplitud půdní teploty v hloubce 5 cm. Amplitudou nazýváme v daném případě rozkyv teploty mezi denním minimem a maximem podle hodinových měření. Vzhledem k poměrně vyrovnaným minimům na různých místech kotlíku jsou amplitudy také ukazatelem výšky maxim, na nichž jsou především závislé. Hodinovými intervaly pozorování vzniká ovšem jistá chyba v údajích extremních teplot, zejména maxim. Vzhledem k absolutní velikosti půdních teplot a účelům měření není však vznikající nepřesnost na závadu.

Oblast maximálních amplitud znamená místo největší fysiologické zátěže organismů. Okamžitá absolutní hodnota amplitudy, nalezená při pozorování, není tolik významná jako poloha místa: bez ohledu na momentní výši udávají současné největší amplitudy spolehlivě oblast, kde za extrémních podmínek nastane největší zátěž rostlinstva absolutně vysokými teplotami svrchních vrstev půdy a velkou jejich rozkolísaností během dne. Všímáme si proto především plošné rozlohy teplotních ukazatelů a méně



Graf 24. Denní amplituda půdní teploty v hloubce 5 cm v kotlíku B (půdní pokrývka odstraněna). Podle měření 12. března 1957. Plné isolinie vyznačují oblast oteplujícího vlivu kotlíku, tečkované oblast ochlazujícího vlivu ve srovnání s poměry charakteristickými pro klima porostní (čárkované isolinie).



Graf 25. Měření 16. V. 1957. Jinak situace shodná s grafem 24.

absolutních, na momentálním průběhu celkové povětrnosti závislých hodnot.

V grafech uvádíme výsledky ambulantních měření z 12. března a 16. května 1957, 11. července, 6. září a 1. listopadu 1956.

Měření z března 1957 (graf 24) ukazuje, že v této době na začátku jara, při poměrně nízko na obloze stojícím Slunci, je oblast maximálních amplitud vysunuta téměř zcela z plochy kotlíku. Je na severu v okrajovém porostním lemu, do kotlíku zasahuje jen několikametrovým pruhem. V daném případě činila amplituda půdní teploty v porostu mimo oblast vlivu kotlíku okolo 3^0 C. Vyšší amplituda než tato je již svědectvím, že se k normálnímu, makroklimaticky podmíněnému dennímu průběhu teploty v půdě porostu přidružily vlivy kotlíkové a obecný chod půdní teploty překrývají. Takový stav nalézáme v širokém okrajovém pruhu severní části kotlíku. Vzhledem k orientaci jeho os má zvýšené amplitudy také část západního okraje. Převážná část kotlíku vykazuje však amplitudu menší než porost, v daném případě nepřekračující 1^0 C. Tento stav je charakteristický pro chladné roční období. Zde byl zachycen v časném jaru při rozmrzání půdy. Tehdy působí kotlík vysloveně retardačním vlivem na oteplování půdy. což může mít nesporně značný ekologický význam s ohledem na začátek vegetační doby (latentní) u dřevin pěstovaných na různých místech kotlíku. V časném jaru má severní část kotlíku již poměry jarní, převážná plocha zbývající vykazuje však ještě poměry vysloveně zimní.

Při měření 12. března 1957 byly v oblasti největších amplitud naměřeny v hloubce 5 cm půdní teploty přesahující po poledni 13^0 C, zatím co na zastíněné ploše uvnitř kotlíku zůstala maxima několik desetin stupně pod bodem mrazu. Teplota vzduchu ve výšce 50 cm činila uprostřed kotlíku toho dne v maximu $11{,}2^0$ C, noční minimum okolo -5^0 C.

Další měření ze dne 16. května 1957 (graf 25) ukazuje posun oblasti maximálních amplitud půdní teploty směrem do kotlíku. Plocha jimi ovlivněná je převážně uvnitř kotlíku, a to v dosti rozsáhlé oblasti v severozápadní a severní části. V té době prakticky vykazuje již celý kotlík zvýšenou amplitudu ve srovnání s poměry v (neovlivněné části) porostu. Porostní poměry se uplatňují jedině při jižním a jihovýchodním okraji kotlíku. Vlivem orientace kotlíkových os je zvýšenými amplitudami zasažena především západní polovina kotlíku. Vzhledem k větší sluneční deklinaci zmenšuje se oblast působení velkých amplitud v porostním lemu na severu kotlíku, avšak rozšiřuje se na severozápadě a severovýchodě dík dopolednímu a odpolednímu podslunění.

Měření z 11. července 1956 (graf 26) ukazuje rozložení amplitud půdních teplot na vrcholu léta. V té době Slunce, stojící vysoko na obloze, ozařuje během dne větší část plochy kotlíku; zvýšené amplitudy objevují se proto na celé jeho ploše bez výjimky. Nízkou amplitudu porostní najdeme jen mimo kotlík v porostním lemu na jihu. Na ostatních stranách nebyla její oblast zastižena do vzdálenosti nejméně 10 m od okraje kotlíku. Oblast maximálních amplitud je rozložena v širokém pásmu uvnitř kotlíku, při čemž osa souměrnosti je tentokrát položena rovnoběžně s jeho velkou osou. Těžiště vysokých amplitud leží na sever od středu (v oblasti stanic 13B, 14B a 14). Další část plochy s vysokou amplitudou leží na východ od středu, v poloviční vzdálenosti směrem k okraji kotlíku. Konečně byla vysoká amplituda pozorována v porostním lemu na severozápadě. Porostní

lem je značně ovlivněn kotlíkem v pravidelném pásu šířky asi 6 m od západu přes sever až na stranu východní, na severozápadě a severovýchodě je oblast silného vlivu kotlíku širší.

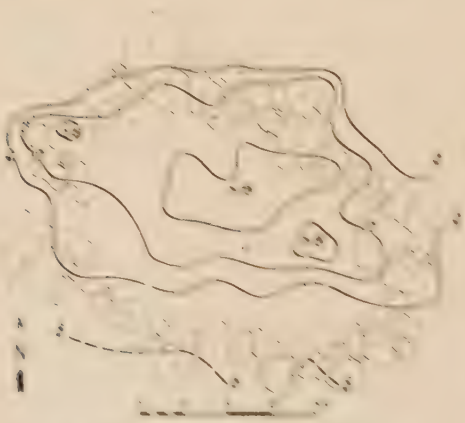
Při našem měření vystoupily teploty půdy v hloubce 5 cm v oblastech maximálních amplitud v době denního maxima přes 32° C, při jižním okraji se přitom teploty pohybovaly okolo 20° C.

S postupem doby k podzimu putuje oblast vysokých amplitud zpět k severu a od jihu vstupuje do kotlíku oblast nízkého, pro porostní klima charakteristického reakcyu půdních teplot. Stav na počátku podzimu ilustruje graf 27 podle měření dne 6. září 1956. Ačkoliv absolutní hodnota teploty není již tak vysoká jako v létě, zůstávají zachovány ostré rozdíly. Teplota půdy se na severní části pohybovala v maximu okolo 29° C, na zastíněné jižní části jen okolo 16° C.

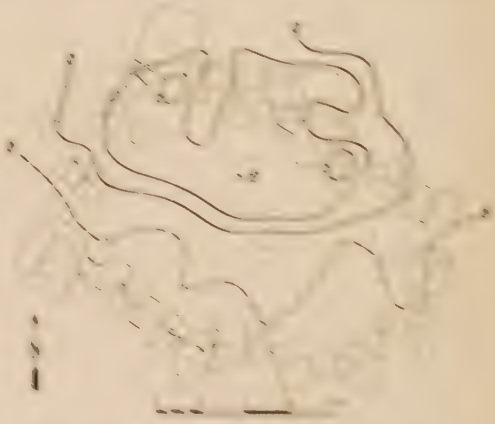
V pozdním podzimu je oblast zvýšených amplitud vysunuta zcela z kotlíku a setrvává v porostním lemu na sever od kotlíkové plochy až do konce zimy. Pozorování dne 1. listopadu 1956 udává pro vlastní plochu kotlíku amplitudu zatíženou oproti poměrům v porostu (viz graf 28). Setkáváme se tu opět s oním „zimním" účinkem kotlíkové sedě.

Vcelku se tedy ukazuje, že sezonní proměnlivost tepelného klimatu půdy je podobná proměnlivosti teplotních poměrů v ovzduší, jak jsme je poznali v kapitole o teplotě vzduchu.

Vzhledem k úzkému vztahu mezi teplotou půdy a vzduchu sledovali jsme pomocí ambulantních měření půdní teploty postup absolutních maxim v půdě po ploše kotlíku v závislosti na denní a roční době. S jistou nepřesností, způsobenou větší tepelnou kapacitou a pomalejším střídáním teploty, můžeme oblasti maxima v půdě (bez pokryvky) považovat i za oblasti maxim teplot v přízemní vrstvě ovzduší. Údaje půdní teploty nabývají tak značného významu ekologického, neboť z hlediska života rostlin není lhostejno, ve které denní době bude organismus zasažen zvýšenou teplotou v půdě a v ovzduší. Zejména dopolední maxima znamenají prudký vzestup teploty na daném místě od ranní nízké teploty a — jak bylo zpětnou



Graf 26. Měření 11. VII. 1956. Junák situace shodna s grafem 24.



Graf 27. Měření 6. IX. 1956. Junák situace shodna s grafem 24.

zjištěno ekology (na příklad Slavík — Slavíková — Jeník 1957) — nepříznivé ovlivnění životních pochodů rostlin.

Výskyt maximálních teplot během dne je zakreslen v grafech 29 a 30. Isolinie ohraničují oblasti s nástupem denního maxima v rozmezí celých hodin,při čemž jsou vyznačeny jen oblasti s výrazným maximem. Plocha s nevýrazným maximem (charakteristickým pro denní chod půdní teploty v porostním klimatu) je šrafována. Nástup denního maxima teploty není zde ani časově vyhraněn a kolísá místo od místa v rozmezí několika hodin (vliv slunečních skvrn). Grafy uvádějí situaci podle měření ve dnech 12. března 1957 a 11. července 1956. Graf 29 vystihuje situaci obvyklou počátkem jara a v pokročilém podzimu. V souhlasu s postupem oslunění pohybují se na jaře v březnu výrazná maxima v pruhu na severní části kotlíku a v přilehlém porostním lemu, při čemž první oblast maxima se vytváří v porostním lemu na západoseverozápadě v 11 hodin; ve 13 až 14 hodin prochází severní částí a končí v 15 hodin na severovýchodě. Nejvyšší teploty najdeme v porostním lemu (mimo plochu kotlíku) mezi 13 a 14 hodinami na severu. Nejteplejší místo kotlíku je při okraji v severní oblině (na severozápad od středu). Povšimněme si zde také velmi pravidelného postupu oblasti maxim v čase. Většina plochy kotlíku vykazuje v této roční době chod půdní teploty shodný časovým průběhem s poměry v porostu.

V květnu (podobně také začátkem srpna) prochází maximum půdní teploty v hloubce 5 cm postupně okraji kotlíku od jihozápadu po východ. Začíná se vytvářet okolo 10. hodiny na jihozápadě, místa na východní straně vykazují nejvyšší denní teplotu půdy až v 16 hodin. Oblast nevýrazného a časově nejednotného maxima porostního typu je omezena na

Graf 28. Měření 1. XI. 1956. Jinak situace shodná s grafem 24.

Graf 29. Postup oblasti výrazného denního maxima půdní teploty v hloubce 5 cm v kotlíku B (půdní pokrývka odstraněna) podle měření 12. III. 1957. Číslice udávají hodinu nástupu denního maxima. V oblasti šrafované nástup maxim nepravidelný a neostrý mezi 13.—16. hodinou (v porostu) anebo půdní teplota po celý den plynule stoupá (rozmrzání půdy v kotlíku).

přibližně pětimetrový pruh při jižním a jihovýchodním okraji. Maximální teploty dostupují po poledni největších hodnot v severní části kotlíku; porostní lem na severu a severozápadě má teploty téměř stejně vysoké. Dopolední maxima západní části jsou vyšší než maximální teploty centrální oblasti kotlíku, nastupující tam po poledni.

V létě (červen a červenec) zabírá výrazné maximum celou plochu kotlíku postupně od 9 hodin (na jihozápadě) až po 17 hodin (na jihovýchodě). Oblasti nástupu maximálních teplot jsou plošně velice nestejnoměrné: největší plochu kotlíku zaujímá oblast s nástupem maxima okolo 14 hodin (viz graf 30). Stlačení isolinií v dopoledních a odpoledních hodinách je způsobeno dlouhým osluněním západní a východní části kotlíku vysoko na obloze stojícím Sluncem. Blíže k jaru nebo k podzimu jsou po poledni v době denního teplotního maxima západní části již ve stínu a východní nejsou ještě sluncem ozářeny; okolo doby vrcholení Slunce v roce jsou však obojí osluněny. K odpolednímu maximu stoupající teplota nedovolí proto vznik maxima v dopoledních nebo pozdně odpoledních hodinách na velké části kotlíkové plochy.

Graf 30. Postup oblasti výrazného denního maxima půdní teploty v hloubce 5 cm v kotlíku B (půdní pokrývka odstraněna) podle měření 11. VII. 1956. Ve šrafované oblasti nástup maxim nepravidelný a neostrý mezi 11.—16. hodinou, charakteristický pro porostní podnebí.

Maximální teploty jsou rozloženy severně a severovýchodně od středu, jak je patrno z polohy oblasti největších amplitud. Severní okraj je v maximu teplejší než střed kotlíku, a ten je teplejší než okraj západní. Teploty v porostním lemu na osluněné straně směrem do porostu rychle klesají

Teplá a chladná místa v kotlíku B (bez vlivu půdní pokrývky) Tabulka XXXII.

V denním průměru svrchní vrstvy půdy

Měsíc	Pořadí od nejteplejšího k nejchladnějšímu	Část		Poznámky
		nejteplejší	nejchladnější	
duben . . .	N, W + střed, E, S	N	S	Abs. max. W > střed
květen . . .	N, střed, W, E, S	N	S	
červen . . .	N, střed, W, E, S	N	S	
červenec . . .	N, střed, W, E, S	N	S	
srpen . . .	N, střed, W, E, S	N	S	Abs. max. W > střed
září	N, W, střed, E, S	N	S	
říjen	N, W, E, střed, S	N	S	

ve svých nejvyšších hodnotách; pouze těsně při okraji porostu se drží na stejné úrovni jako v přilehlém pruhu kotlíku.

K podzimu postupně ustupují výrazná maxima z plochy kotlíku a plošný rozsah maxim v jednotlivých hodinách se vyrovnává. V zimní době jsou patrna jen v okrajovém porostním lemu na sever od kotlíku mezi 11. až 12. hodinou.

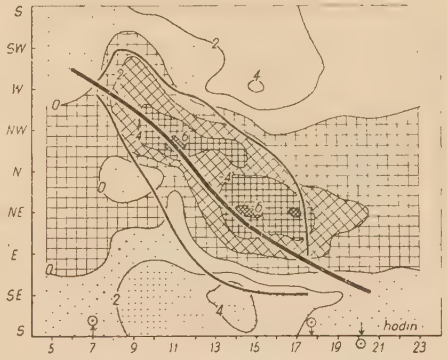
Podle ambulantních měření můžeme nyní sestavit tabulku teplých a chladných míst v kotlíku v povrchových půdních vrstvách, z dat oproštěných ovlivnění půdní pokrývkou (tab. XXXII). Průměrná data dají stejné pořadí jako hodnoty z termínu ve 14 hodin.

Jak ukázala ambulantní měření, nemusí být výše absolutních maxim rozhodná pro pořadí exposic. Po určitou dobu na jaře a koncem léta jsou na příklad absolutní maxima západní části vyšší než absolutní maxima středové plochy kotlíku, avšak přes to v průměru je střed stejně teplý nebo i teplejší (na příklad v dubnu, srpnu).

Charakteristický stav v době vyzařování nebo ráno v 7 hodin zůstává shodný s údaji uvedenými z výsledků dlouhodobého měření.

V kapitole o teplotě ovzduší jsme konstatovali, že v odpoledních hodinách dochází ke znatelnému zpožďování teploty vzduchu na okraji kotlíku za momentním postavením Slunce kolmo k danému okraji. Tento jev, protikladný výsledkům měření Geigerovým (G e i g e r 1941), jsme označili za následek zpožďování ohřevu půdy. Výsledky našich ambulantních měření teploty půdy takové zpoždění skutečně zřetelně (hloubka 5 cm) postihují. V grafu 31 jsou uvedena data exposičního měření půdních teplot dne 11. července 1956, uspořádaná stejným způsobem jako podobné grafy v kapitole o teplotě vzduchu. Jak je z grafu patrno, jsou časně ráno, v období minimální denní teploty, relativně teplé okraje severozápadní až východní, udržující si zásobu tepla z bohatého denního příjmu. Asi za hodinu po východu Slunce stává se pro plochu kotlíku nejteplejší část západní. Teplá oblast se pak stěhuje za Sluncem a odpoledne se její zpoždění neustále zvětšuje; od 14 hodin až do noci zůstává stát na severovýchodě, při čemž výrazné rozdíly přetrvají i západ Slunce pro plochu kotlíku o několik hodin.

Tak vyhřátá oblast půdy může citelně působit na teplotu přilehlého ovzduší a je příčinou i jejího zpožďování za Sluncem.



Graf 31. Okraje teplejší (šrafovány) nebo chladnější (tečkovány) v teplotě půdy (hloubka 5 cm) proti průměrné teplotě všech okrajů v kotlíku B. Měření 11. VII. 1956. Silnou čarou jsou vyznačeny okamžiky, kdy Slunce stojí kolmo k příslušné porostní stěně. Slabší linie vymezují rozsah osluněné části kotlíku. Značky při ose *x* označují časové údaje pro východ a západ Slunce pro plochu kotlíku a západ astronomický.

3.3 Promrzání půdy

Méně z biologického, zato tím více z hydropedologického a obecně vodohospodářského hlediska vzbuzuje pozornost otázka hloubky promrzání půdy. Uvedeme proto krátce některé

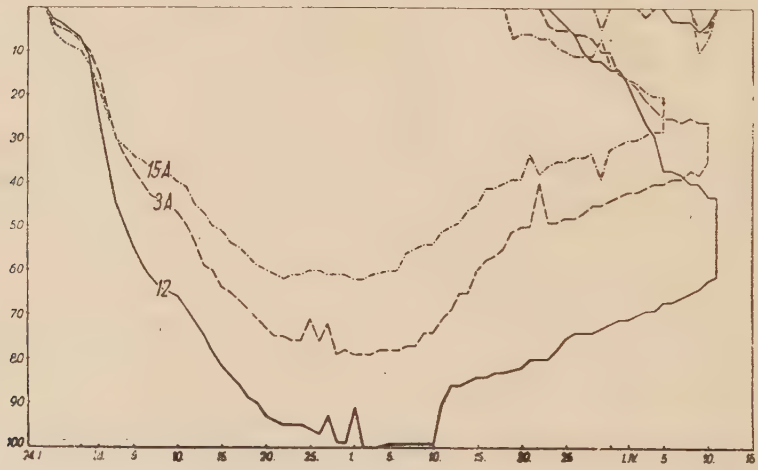
Tabulka XXXIII.

Počet dnů s promrzlou půdou

Hloubka cm	Střed kotlíku B		Střed kotlíku C		Porost	
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57
0	84	51	79	36	70	36
10	69	56	64	36	61	27
20	61	35	61	18	64	10
30	62	19	67	—	59	—
50	68	—	39	—	32	—
70	51	—	22	—	—	—
90	22	—	—	—	—	—
100	2	—	—	—	—	—

výsledky našich studií, provedených v letech 1955—1957 s pomocí Danilinových mrazoměrů.

Srovnáváme-li údaje mrazoměrů instalovaných ve středech obou kotlíků, velkého kotlíku B a malého kotlíku C, zjistíme, že půda uprostřed velkého kotlíku promrzá hlouběji a také pomaleji roztává než půda uprostřed malého kotlíku C. Z hlediska zasakování atmosférické vody a vody ze sněhu je důležité zjistit, které místo má déle zmrzlou půdu. V tabulce XXXIII uvádíme počet dnů v zimě 1955/1956 a 1956/1957 s promrzlou půdou v rozličných hloubkách uprostřed obou kotlíků B a C i v porostu. Mezi uvedenými místy jsou rozdíly v počtu dnů s promrzlou půdou v zimě 1955/1956 (málo oblev, kontinentální charakter) až do hloubky 20—30 cm celkem malé, teprve ve větších hloubkách okolo 0,5 m a níže jasně vede střed



Graf 31a. Postup promrzání a tání v půdě v roce 1956 uprostřed kotlíku B (stanice 12), kotlíku C (stanice 3A) a v borovém porostu (stanice 15A). Měřeno mrazoměry podle Danilina.

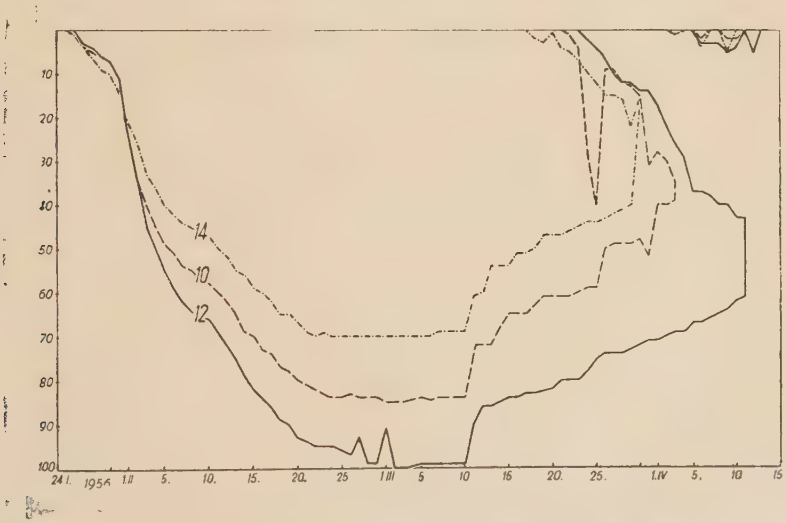
kotlíku B. V mírně zimě oceánického typu 1956/1957 jsou mezi jednotlivými místy rozdíly relativně veliké a citelné i v absolutní míře. Tak svrchní deseticentimetrová vrstva půdy je v kotlíku B zmrzlá o 15—20 dní déle než v kotlíku C.

Pokud se týká hloubky promrznutí, vykazuje střed kotlíku B větší průnik mrazu do hloubky než kotlík C. Výjimky byly jen za slabších přímrazků, střídajících se s oblevou, kdy jsou však data Danilinova přístroje při slabé mocnosti promrzlé vrstvy nevěrohodná.

Období výzkumu zachytilo krutě mrazivou zimu v únoru 1956 a následující studený březen. Výsledky z onoho období jsou zachyceny v grafu 31a, jenž obsahuje údaje každodenního čtení mrazoměrů uprostřed kotlíků B a C, jakož i v borovém porostu v okolí kotlíků. Jak je patrné, zamrzání probíhalo koncem ledna 1956 zpočátku souhlasně na všech jmenovaných místech, prudčeji dokonce v porostu, kde byla nižší sněhová pokrývka (1—2 cm oproti 3—6 cm v kotlících). Hloubka promrznutí dosáhla však později v maximech rozdílných hodnot: největší byla zaznamenána uprostřed kotlíku B, kde dosáhla 100 cm, následoval kotlík C se 78 cm a konečně porost s 63 cm promrzlé půdy. V rozdílné hloubce promrznutí odrážejí se rozdílné podmínky radiačního vychládání půdy. Rozdíly ve výšce sněhové pokrývky se v daném případě neuplatnily.

Uvedené pořadí míst podle hloubky promrznutí půdy najdeme zachováno i ve všech ostatních sledovaných mrazových obdobích. Nemůžeme proto potvrdit nález Kuźniarův (K u ź n i a r 1952), jenž zjistil na písčitých půdách na pasece menší hloubku promrznutí půdy než v porostech středního a vyššího věku.

Tání v půdě začalo po silných mrazech v roce 1956 počátkem března na všech místech z hloubky — vlivem tepla, nashromážděného v půdě. Od povrchu začala půda rozmrzat nejdříve v porostu (19. března); v kotlících



Graf 31b. Postup promrzání a tání v půdě v roce 1956 uprostřed kotlíku B (stanice 12), na jeho jižním okraji (stanice 10) a severním okraji (stanice 14). Měřeno mrazoměry podle Danilina.

se tak stalo později (teprve 23.–24. března), vesměs až po sejití sněhové pokrývky.

V kotlíku B jsou v mocnosti vrstvy promrzlé půdy zřetelné místní rozdíly. Střed kotlíku promrzá pochopitelně nejhlouběji; směrem k okrajům hloubky promrzlé půdy ubývá, a to nejrychleji při postupu k okraji severnímu, méně k okraji jižnímu. V grafu 31b jsou výsledky měření z mrazivé periody v roce 1956 ze stanic 14 (severní okraj) a 10 (jižní okraj). Mráz pronikl na jižním okraji do hloubky 85 cm, na severním okraji toliko do 70 cm. Severní část promrzá tedy méně než střed malého kotlíku. Tam také nastává tání od povrchu nejdříve a půda je zmrzlá po nejkratší dobu.

K podrobnějšímu zpracování otázky promrzání půdy v kotlících a porostech se ještě vrátíme v jiné práci později.

3.4 Závěry

Výsledky našich výzkumů půdní teploty především ukázaly, že malý kotlík C ve srovnání s kotlíkem B chrání účinně půdu před nadměrným ohříváním v teplém půlroku, v zimě naopak do jisté míry brzdí vychládání. Poměry v oboru teplotním byly tam shledány velmi podobné poměrům v nedotčeném borovém porostu jak po stránce kvalitativní, tak i kvantitativní. Utvořením malého kotlíku porušujeme jen málo kontinuitu porostního podnebí v půdě. Nižší teplotu půdy v létě a vyšší v zimě ve srovnání se středem velkého kotlíku B, jako následek zastínění před přímým osluněním a zábrany intensivního vyzařování z půdy, je možno hodnotit z hlediska bioklimatologického jako jev kladný.

Teplotní poměry malého kotlíku nevykazují — s výjimkou krátkého období na astronomickém vrcholu léta — rozdíly v ploše, které by stály za zmínku.

Naproti tomu ve velkém kotlíku B je plocha teplotně výrazně členěná především ve vegetační době. Vznikají tu stanoviště podstatně rozdílných vlastností v závislosti na době a délce přímého ozáření Sluncem. Tato závislost naznačuje předem také jejich proměnlivost, změny v lokalisaci během dne i během roku.

V zimním období je kotlík B na většině své plochy téměř isotermický a ve srovnání s porostem nebo malým kotlíkem C chladný. Nejchladnějším místem je centrální oblast, která také nejhlouběji promrzá a uchovává nejdéle mráz v půdě. Soudě podle hloubky promrzání, je středu nejbližší jižní část, zatím co severní okraj vykazuje nejmenší hloubku promrzlé půdy a nejkratší trvání zámrzu.

Zimní charakter si velký kotlík uchovává i na počátku jara, kdy rozdíly teploty mezi jeho studenou půdou a mnohem teplejší půdou v malém kotlíku C jsou z chladného půlroku největší. Příkré rozdíly se utvářejí zejména mezi půdní teplotou v kotlíku B a teplotou v severním porostním lemu, zahřívaném jarním Sluncem.

Během doby s rostoucí výškou Slunce nad obzorem postupuje oblast Sluncem přímo ozařovaná z porostního lemu do kotlíku a rozšiřuje se ze severní obliny dále po jeho okrajích i ke středu. Ve vegetačním období stává se nejchladnější oblastí velkého kotlíku v průměrných hodnotách jižní, zastíněná jeho část. Nejteplejší je severní část kotlíku. Jižní část se rázem svého půdního klimatu blíží v oboru teplotním klimatu porost-

nímu. Po převážnou část roku se však přece jen liší; v létě vyšší teplotou a většími denními amlitudami, v zimě naopak nižší teplotou a silně utlumeným rozkyvem teplot.

V jarní době je velmi teplá také západní strana kotlíku, dík dopolednímu oslunění. Později — zřetelně od května — zaujme její druhé místo v pořadí podle teplot centrální část kotlíku. Od srpna a zřetelně od září je západní část opět teplejší (srovnej k tomu výsledky pyranometrického pozorování v kapitole o záření).

Nejvyšší absolutní maxima půdní teploty, které mohou nepříznivě ovlivňovat mladé dřeviny, objevují se v severní části kotlíku. Od dubna do července putuje oblast jejich výskytu ze severního okraje v oblině kotlíku ke středu; v červnu a červenci zaujímá největší rozsah mezi středem kotlíku a okrajem v rozpětí od severozápadní k severovýchodní části plochy kotlíku. Pak se stahuje zpět týmž postupem a během října mizí z kotlíku do porostního lemu. V kotlíku nastupuje pak v teplotních poměrech půdy zimní stav.

Výzkum dále ukázal denní postup oblasti momentních maxim teploty půdy a největších denních amplitud, jakož i jeho charakteristiku v různých obdobích roku. Orientace velké osy eliptického kotlíku v povšechném směru západ—východ umožňuje na vrcholu léta, jak se ukázalo, výskyt absolutních maxim teploty svrchních vrstev půdy v největší části plochy osluněné během dne, v době okolo 14 hodin. Poměrně velká plocha je tak zasahována nejvyšší teplotou v době, příhodné pro výskyt škodlivých extrémů. Blíže k jaru a k podzimu jsou absolutní maxima plošně pravidelněji rozložena podle výskytu od ranních do odpolední hodiny, při čemž na nejvyšší maxima po poledni nepřipadne plošně velká oblast.

Mírné vychýlení velké osy kotlíku B z přesného směru západ—východ připravilo po větší část roku zmírněné půdně-klimatické podmínky na větší rozloze, než by tomu bylo při přesné orientaci osy W—E.

Účinným modifikátorem teplotních poměrů půdy se ukázala půdní pokrývka nadložního humusu. Výše vylíčené rozložení teploty půdy na ploše kotlíku platí za předpokladu obnažené půdy (resp. také úplně shodné pokrývky na celé ploše).

V případě našeho konkrétního kotlíku ovlivnila půdní pokrývka v letních měsících (květen—červenec) situaci natolik, že jinak nejteplejší část severní odsunula až na třetí místo za střed a část západní. Při tom rozdíl v půdní pokrývce spočíval pouze v tom, že v severní části kotlíku byly v drti zastoupeny větší měrou odumřelé stélky mechové než jinde; pokrývka byla tam proto kompaktnější.

Z lesnicko-pěstebního hlediska je na suchých stanovištích žádoucí snížit vhodnými opatřeními půdní teplotu ve vegetační době jak z ohledů biologických, tak půdně-vodohospodářských. Z tohoto stanoviska se tedy jeví výhodným kotlík malých rozměrů, cloněný korunami porostu. Ve větším kotlíku, ukáže-li se potřeba, je třeba půdní teplotu snižovat další péčí. Je tu nutno zachovat, zejména v severní části kotlíku, neporušenou půdní pokrývku nebo vhodnou pokrývku druhotně vytvořit; zejména je však vhodné postarat se o dostatečný zápoj mladého nárostu v nejkratší době.

Z lesnicko-vodohospodářského hlediska je třeba uvážit, zda vznik většího počtu kotlíků při použití kotlíkové seče k obnově lesa nemůže vést ke snížení retenční schopnosti lesního porostu za náhlého tání sněhu. Je-

dině v této době byl na pokusné ploše v Bědovicích také pozorován povrchový odtok vody po zmrzlé půdě velkého kotlíku.[26]) Domníváme se však, že porost v okolí kotlíku může vodu z něj přitékající beze zbytku pohltit.

4 SRÁŽKY VERTIKÁLNÍ

Tříleté pozorovací období (1954—1956) dovolilo nashromáždit dostatek materiálu o srážkových poměrech v kotlících. Jeho rozsah umožnil statistické zpracování, takže poznatky, vytěžené ze sebraných dat, je možno podávat s ověřenou jistotou. Tato jistota scházela dosavadním hyetometrickým měřením, jež byla většinou jen krátkodobými pozorováními kapalných srážek.

Při rozboru srážkoměrného materiálu si nejdříve všimneme poměrů uprostřed velkého i malého kotlíku a vztahů k volné plošné jak pro kapalné, tak i pro tuhé srážky. Později pojednáme o rozložení kapalných srážek na plochách kotlíků. Srážky na volné ploše, které bereme v dalších

Tabulka XXXIV.

Srážky na volné ploše v milimetrech

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
1954	25,1	12,0	11,5	61,5	65,3	73,1	163,3	32,5	68,3	36,7	25,5	101,3	676,1
1955	36,6	43,1	30,6	31,0	79,4	60,5	156,6	59,4	39,7	14,7	14,5	61,7	627,8
1956	22,3	38,0	31,7	70,5	18,5	94,4	75,5	78,0	54,5	88,3	50,6	30,1	652,4

Tabulka XXXV.

Množství srážek uprostřed velkého kotlíku B a malého kotlíku D v poměru k volné ploše (= 100 %)

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
1954	B	121,9	111,0	100,8	100,1	98,0	106,5	103,3	100,9	102,0	97,2	99,2	96,7	103,1
	D	100,0	96,8	90,4	97,2	98,1	110,8	104,4	98,4	100,4	98,0	98,0	88,8	98,4
1955	B	113,1	103,9	105,8	108,3	104,5	110,5	103,3	95,2	104,5	100,0	110,3	103,5	105,2
	D	99,7	93,2	87,5	104,1	103,5	110,7	105,1	98,6	106,0	92,5	104,1	95,6	100,0
1956	B	109,0	119,5	111,0	108,9	102,2	104,5	97,5	102,3	98,5	103,7	99,2	102,3	104,9
	D	96,9	100,8	81,7	108,4	103,8	105,9	92,3	103,7	99,8	102,6	81,8	85,7	96,9

[26]) Výjimečně pozorovaný slabý povrchový odtok vody za letních lijáků sem nepočítáme; probíhal pouze po vyšlapaných stezkách, nikoliv však na neporušeném půdním povrchu.

statích za základní hodnoty, uvádíme v tabulce XXXIV. Srážkové poměry byly v době měření příznivé, neboť roky 1954—1956 byly vzhledem k dlouhodobému normálu srážek dosti vlhké.

4.1 Poměry uprostřed kotlíků

Průměry z tříletých měření srážek uprostřed kotlíků (stanice 12 ve velkém kotlíku B, stanice 3 v kotlíku malém D) ukazují, že ve středu velkého kotlíku padá do srážkoměru o něco více srážek než na volné ploše, ve středu malého kotlíku nepatrně méně než na volné ploše (tabulka XXXV). V průměru z let 1954—1956 činily srážky, naměřené uprostřed velkého kotlíku, 104,4 % srážek volné plochy, uprostřed malého kotlíku 98,4 %. Z ročního průběhu hodnot, uvedených v tabulce XXXV, můžeme soudit, že kotlík B ve svém středu vykazuje oproti volné ploše podstatně zvýšené množství spadlých srážek zejména v době zimní (viz leden 1954, 1955, únor 1956). Maximální kladné rozdíly ve prospěch kotlíku B se projevují právě v měsících, které mají většinu srážek tuhých. Roční chod relativních hodnot pro střed malého kotlíku D má spíše opačný průběh: v zimních měsících padá tam srážek méně než na volné ploše, zatím co v teplém půlroce jsou srážky uprostřed malého kotlíku stejné nebo i vyšší než na volné ploše.

Bioklimaticky je důležité porovnat také kotlíky B a D mezi sebou. V celkovém průměru tří let jeví střed kotlíku D oproti středu kotlíku B srážky snížené asi o 6 %. Jak je patrno z tabulky XXXVI, je poměr srážek mezi středy kotlíků silně proměnlivý podle roční doby: v teplém půlroku se množství srážek v malém kotlíku pohybuje přibližně na stejné výši jako v kotlíku velkém; v chladném půlroku je v malém kotlíku srážek podstatně méně. Tak v ročním průměru (1954—1956) padá uprostřed malého kotlíku 94,5 % srážek ve srovnání se středem kotlíku velkého; v téže době během vegetačního období (duben až září) činí poměr 100,2 %, během období vegetačního klidu naproti tomu jen 89,0 %. Je zřejmé, že v chladném půlroce je střed malého kotlíku ve značné nevýhodě proti středu kotlíku velkého. Výrazný rozdíl vzniká tím, že velký kotlík má v zimě větší množství srážek, padajících tam do srážkoměru navíc, ve srovnání s volnou plochou. Malý kotlík ve srovnání s volnou plochou vykazuje však úbytek srážek v této roční době, takže celková diference mezi kotlíky je značná.

Doposud jsme mluvili o celkových srážkách bez rozdílu skupenství. Vzhledem k tomu, že lze očekávat podstatné rozdíly v datech u různých

Tabulka XXXVI.

Množství srážek uprostřed malého kotlíku D v poměru ke středu kotlíku B (= 100 %)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
1954	82,0	86,7	89,6	97,0	100,1	108,0	101,0	97,5	98,4	100,8	98,8	91,8	95,9
1955	88,1	89,7	82,7	96,1	99,0	100,1	101,7	103,5	101,4	92,5	94,3	92,3	95,1
1956	88,9	84,4	73,6	99,5	101,6	101,3	94,7	101,4	101,3	98,9	82,4	83,8	92,6
∅	86,3	86,9	82,0	97,5	100,2	103,1	99,1	100,8	100,4	97,4	91,8	89,3	94,5

Tabulka XXXVII.

Množství kapalných srážek uprostřed velkého kotlíku B a malého kotlíku D v poměru ke kapalným srážkám na volné ploše G (= 100 %) a uprostřed kotlíku B (= 100 %) Průměr 1954—1956

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
B : G	110,0	103,5	103,2	105,7	101,6	107,2	101,4	99,5	101,7	100,3	102,9	100,9	103,1
D : G	98,0	96,2	84,9	103,4	101,8	109,1	100,6	100,2	102,1	97,7	96,0	91,2	98,4
D : B	89,2	93,1	82,3	97,8	100,2	103,1	99,1	100,8	100,4	97,4	93,1	90,5	95,5

tvarů srážek, je třeba rozbor prohloubit tímto směrem. Všimněme si nejdříve srážek kapalných.

Kapalné srážky vykazují v obou kotlících množství nepříliš odlišné od sumárního množství srážek všech druhů. Souhrnný přehled je uveden v tabulce XXXVII, kde jsou opět udány relativní hodnoty srážek v kotlících vzhledem ke srážkám na volné ploše. Podle uvedených dat nejsou kapalné srážky uprostřed kotlíků pronikavě ovlivněny jejich stěnami v záporném smyslu. Množství srážek ve velkém kotlíku jeví dokonce malé zvýšení proti volné ploše. Roční chod relativních rozdílů jeví stejný obraz jako u sumárních srážek bez ohledu na jejich skupenství; patrný roční chod je zaznamenán pouze u rozdílů mezi malým kotlíkem a volnou plochou, resp. středem velkého kotlíku.

Sněhové srážky jsou kotlíky ovlivněny více než srážky kapalné, jak lze předpokládat podle dosavadních měření sněhu v porostních mezerách. V průměru z let 1954—1956 činily sněhové srážky ve srážkoměrech uprostřed kotlíků ve srovnání s plochou volnou (= 100 %):

v kotlíku B 113,6 %,
v kotlíku D 93,7 %.

Poměr mezi středem kotlíku B a D (B = 100 %) činil 81,7 %.

V celkovém přehledu je množství srážek, zjištěné uprostřed kotlíků, v procentech srážek volné plochy toto (1954—1956):

Místo:	*déšť*	*sníh*	*všechny srážky*
kotlík B	103,0 %	114,0 %	104,0 %
kotlík D	98,0 %	94,0 %	98,0 %

Podle všech dosud uvedených dat můžeme soudit, že srážkoměr ve středu velkého kotlíku B zaznamenává větší množství srážek než na volné ploše. Střed malého kotlíku D dostává srážek o něco méně než volná plocha, při čemž záporné rozdíly zaznamenávají převážně měsíce chladného půlroku. Velký kotlík nadlepšuje srážkové poměry ve svém centru při sněhových srážkách více než při dešti. V malém kotlíku je tomu právě naopak: při dešti se dostane do kotlíku více vody než při sněžení. Sumární data pro všechny druhy srážek jsou velice blízká údajům pro srážky kapalné, které

mají v celoročním úhrnu spadlé vody největší váhu.[27]) Naznačené skutečnosti ukazují na vliv větru, který má zřejmě značnou úlohu při vytváření srážkového režimu v kotlících.

Celkově souhlasí naše výsledky řádově nebo svojí tendencí velmi dobře s údaji Geigerovými (Geiger 1941) a Slavíkovými (viz Slavík — Slavíková — Jeník 1957). Suchanov (1949) shledal však na mýtině 20 × 10 m (listnatý porost) nadlepšení v dlouhodobém průměru mnohem vyšší (na mýtině asi 119 % roční sumy srážek otevřeného terénu), aniž však zaznamenal rozdíly mezi letními a zimními srážkami. Náznaky existence místních rozdílů v kotlíku v závislosti na směru a síle větru jsou obsaženy ve studii Tomankově (Tomanek 1952) z velké osmiboké seče. Metoda zpracování mu však neumožnila podat průkazné doklady o zákonitosti v rozložení srážek na různě orientovaných okrajích seče. Podotkněme ještě, že u nás při tříletém měření shledali Mařan a Lhota (1953) vyšší množství srážek proti volné ploše i v mezerách nízkých klečových porostů. Naše průměrová data vykazují však poměrně malé rozdíly ve srážkách mezi přístroji na volné ploše, v kotlíku B a kotlíku D. Považujeme proto za prospěšné podrobit je dalšímu zkoumání.

Je známa nehomogennost srážek v ploše; při měření srážkoměry, umístěnými nedaleko od sebe ve shodných podmínkách, dostáváme v jednotlivých případech velmi různá množství srážek. O tom psal s konkrétními daty už Hellmann (1890); Rycroft (1949) uvádí ze svého měření, že na ploše asi 27 ha bylo by zapotřebí 9—553 srážkoměrů, aby průměrná měsíční střední chyba průměru nepřestoupila 2,5 %. Tak značně se projevuje plošná nehomogennost srážek. Při našem měření se často vyskytovaly případy značných odchylek v množství srážek ve srážkoměru meteorologické stanice na volné ploše a srážkoměrů v kotlících, při čemž vzdálenost přístrojů činila asi 600 m. Největší odchylky se vyskytovaly při přeháňkových a bouřkových srážkách, kdy dosahovaly i více než 100 %. Vyskytly se i případy značných srážek na jednom místě (více než 5 mm) při nepatrných srážkách na druhém (pod 0,5 mm).

Tyto skutečnosti nás nabádají k opatrnému zacházení s výsledky srovnávacích měření srážek. Věrohodnost našich závěrů považujeme za nutné prověřit matematicko-statistickou analysou získaných dat.

Především je třeba prověřit reálnost rozdílů ve srážkách mezi volným terénem a středy kotlíků. Vycházíme při tom z předpokladu, že prvky srovnávacích řad jsou spojeny logickou cestou a rozptyly jsou homogenní.

Zvolili jsme otestování rozdílů srážek pomocí Studentova t-rozdělení. Hodnotu t stanovíme za daného předpokladu podle vzorce

$$t = \frac{m_d}{\sigma_o} \cdot \sqrt{n},$$

$$\text{kde } m_d = \frac{\sum_1^n d_i}{n} \quad \text{a} \quad \sigma_o = \sqrt{\frac{\sum_1^n (d_i - m_d)^2}{n-1}}$$

[27]) Množství sněhových srážek jen málokdy přesáhne v lednu nebo v únoru množství srážek dešťových. V celku činilo v letech pozorování množství vody:

z dešťových srážek	ze sněhových srážek
1954 585 mm,	1954 32 mm,
1955 490 mm,	1955 55 mm,
1956 543 mm;	1956 84 mm.

Ve vzorcích znamená d_i diference množství srážek mezi zvolenými místy,
m_d průměrná diference,
n rozsah souboru,
σ_0 odhad směrodatné odchylky.

Poněvadž již průměrné hodnoty naznačují odlišné poměry u srážek kapalných a tuhých, provedli jsme odděleně výpočet pro srážky dešťové a sněhové. U srážek dešťových byly testovány rozdíly měsíčních srážkových úhrnů. U srážek sněhových, kde bychom takto získali příliš malý soubor hodnot k analyse, byly vzaty do výpočtů rozdíly sum denních srážek.

Z testování byly vyloučeny případy, kdy v témž dni padaly srážky v různých tvarech a dále všechny dny se srážkami jiných druhů kromě deště a sněhu. Testovány byly rozdíly mezi stanicí na volné ploše (G), stanicí ve středu velkého kotlíku B (12), stanicí ve středu malého kotlíku D (3) a rozdíly mezi oběma centry kotlíků. Výsledky výpočtu t-testu uvádíme v tabulce XXXVIII.

Tabulka XXXVIII.

Rozdíl mezi stanicemi	Tvar srážek	n	m_d	σ_0	t	Poznámky
G - 12	déšť	36	1,036	2,754	2,256	Pro $f = 30$:
	sníh	91	0,220	0,493	4,264	$\alpha_{0,01} = 2,457$, $\alpha_{0,001} = 3,385$
G - 3	déšť	36	— 0,114	3,553	— 0,192	$\alpha_{0,005} = 2,75$, $\alpha_{0,025} = 2,042$
	sníh	91	— 0,150	0,832	— 1,720	Pro $f = 80$:
12—3	déšť	36	0,842	2,332	2,165	$\alpha_{0,05} = 1,664$, $\alpha_{0,025} = 1,99$
	sníh	91	0,350	0,588	5,676	$\alpha_{0,001} = 3,195$
						$f = n - 1$

Podle tabulkových hodnot můžeme nyní říci, že rozdíly dešťových srážek mezi srážkoměrem na volné ploše a středem velkého kotlíku, stejně jako mezi středy obou kotlíků, jsou statisticky významné při tabelované hladině významnosti 2,5 %. Rozdíl mezi volnou plochou a středem malého kotlíku je pro déšť statisticky naprosto nevýznamný. Dešťové srážky ve velkém kotlíku se tedy průkazně liší od srážek na volné ploše nebo v kotlíku malém. Střed kotlíku D dostává stejné množství dešťových srážek jako volná plocha, zatímco centrum kotlíku B vykazuje reálné nadlepšení.

U sněhových srážek jsou rozdíly v množství mezi volnou plochou a středem velkého kotlíku, jakož i mezi středy velkého a malého kotlíku statisticky vysoce významné, splňujíce více než 1 % hladinu významnosti. Rozdíl mezi volnou plochou a středem malého kotlíku splňuje 5 % hladinu významnosti.

Statistický rozbor potvrdil, že sněhové srážky jsou v kotlících mnohem pronikavěji ovlivněny než srážky dešťové. Značné zvýšení srážek uprostřed velkého kotlíku v zimě je plně potvrzeno. Můžeme pokládat za prokázané rozdílné chování různě velkých kotlíků ke sněhovým srážkám: větší kotlík sněhové srážky proti dešti zvyšuje, menší kotlík naopak snižuje.

Lze oprávněně předpokládat, že tu jde o vliv větru. Jeho vlivem jsou lehké sněhové vločky zanášeny do velkého kotlíku, zatím co se přes malý kotlík přenášejí.

K bližšímu zkoumání tušené, ale dosud nepotvrzené závislosti množství srážek v kotlících na větru podrobili jsme srážkoměrný materiál rozboru, při čemž jsme zjišťovali vztah mezi velikostí rozdílu srážek na sledovaných místech (G, 12, 3) a silou větru (ve stupních Beaufortovy stupnice).

K rozboru byly vybrány opět odděleně srážky dešťové a sněhové, a to rozdíly v množství spadlém při jednotlivých srážkách. Ačkoliv jsme k měření srážek nepoužívali ombrografu, bylo možno — i když ne ve všech případech — stanovit sílu srážky,[28]) šlo-li o jednu srážku ve srážkovém dni. K získání většího počtu případů byly započítány také srážky následující krátce za sebou. Výběr potřebných případů byl umožněn pečlivě vedenými záznamy pozorovatele, jenž byl povinen zaznamenávat časově začátek a konec každé srážky i další podrobnosti. Síla větru byla brána z termínového pozorování, nejbližšího srážce, případně jako průměr ze dvou sousedních termínů anebo ze záznamů pozorovatele (zejména u přeháněk).

Data o větru a srážkách byla sestavena do polychorických tabulek. K testování jsme použili hodnoty χ^2. Jako nulová hypothesa byla testována domněnka, že není vztah mezi rozdíly srážek na jednotlivých místech a silou současně vanoucího větru. Byly zkoumány jednak všechny vyskytnuvší se rozdíly dešťových a sněhových srážek (kladné i záporné dohromady), jednak rozdíly záporné (v kotlících méně srážek) a kladné (v kotlících více srážek) samostatně.

K výpočtu hodnoty χ^2 bylo použito vzorce, uvedeného na str. 95. Přesto, že v tabulkách některé třídy četnosti nedosahují v počtu případů 5, nebylo počítáno s Yatesovou opravou, neboť celkový počet pozorování je dostatečně velký.

U malého kotlíku D nebyl mezi zkoumanými veličinami kladných, záporných a všech rozdílů zjištěn statisticky významný vztah v žádném z uvedených případů. Pro střed velkého kotlíku B byl však konstatován (viz tabulku XXXIX) statisticky vysoce významný vztah mezi silou větru a kladnými rozdíly sněhových srážek, tedy v případech, kdy do srážkoměru uprostřed kotlíku nasněžilo více než na volné ploše. Také kladné rozdíly dešťových srážek projevují k síle větru za daných okolností ještě přijatelně významný vztah (vyhovují 10% hladině významnosti). Výsledky tedy velmi dobře potvrzují, že čím silnější vítr vane, tím více srážek dešťových a zejména sněhových vykáže střed velkého kotlíku ve srovnání se srážkoměrem ve volném terénu.

Záporné rozdíly v žádném případě vztah k síle větru nejeví; menší srážky (déšť i sníh) v kotlících na rozdíl od volné plochy jsou tedy podmíněny jinými činiteli. U velkého kotlíku je to zřejmě vliv nerovnoměrného rozložení srážek v ploše, citelný již při celkem nepatrné vzdálenosti srovnávací stanice. U malého kotlíku při sněžení přistupuje k tomu ještě slabý vliv porostní stěny, prokázaný výše Studentovým testem.

Záporné rozdíly, tedy rozdíly v neprospěch kotlíků, vyskytují se zejména při dešti, a to při deštích přeháňkových a bouřkových jako typicky plošně nestejnorodých srážkách.

Potud tedy výsledky z našeho srážkoměrného pozorování. Je však třeba upozornit ještě na jednu závažnou, avšak zatím téměř vždy zcela zanedbávanou okolnost. Pozorný čtenář si patrně v předchozích odstavcích již

[28]) Síla srážky je množství spadlé vody v mm během srážky. Nezaměňovat s intensitou (mm/min.).

Tabulka XXXIX.

Přehled výsledků výpočtu veličiny χ^2 při testování hypothesy o vzájemné nezávislosti rozdílu srážek*) a síly větru

Testováno	Hodnota χ^2	Stupně volnosti	Tabelovaná hodnota		
			$\alpha_{0,01}$	$\alpha_{0,05}$	$\alpha_{0,01}$
Dešťové srážky uprostřed kotlíku B (rozdíly kladné i záporné) . .	87,1	72	87,7	92,8	102,8
Dešťové srážky uprostřed kotlíku D (rozdíly kladné i záporné) . .	80,4	72	87,7	92,8	102,8
Dešťové srážky uprostřed kotlíku B (jen záporné rozdíly, to jest případy, kdy je více srážek na volné ploše)	33,6	36	47,2	51,0	58,6
Dešťové srážky uprostřed kotlíku B (jen kladné rozdíly, to je případy, kdy je více srážek v kotlíku)	54,9	36	47,2	51,0	58,6
Sněhové srážky uprostřed kotlíku B (jen kladné rozdíly, to je případy, kdy je více srážek v kotlíku)	68,5	32	42,6	46,2	50,9
Sněhové srážky uprostřed kotlíku D (jen záporné rozdíly, to jest případy, kdy je více srážek na volné ploše)	34,2	40	51,8	55,8	63,7

*) Rozdíl srážek mezi středem kotlíků (stanice 12 nebo 3) a volnou plochou.

povšiml, že mluvíme často o srážkách ve srážkoměru, nikoliv o srážkách vůbec. Není jistě třeba šířit se o známých nedostatcích, jimiž je všeobecně měření srážek zatíženo. Omezenou záchytnou plochou srážkoměru získáváme při srážce jakýsi náhodný vzorek, ovlivněný nad to silně vlastnostmi a umístěním přístroje. Tyto nedostatky se silně projeví zvláště při srovnávacích měřeních srážek se srážkoměry, umístěnými v různých podmínkách prostředí, zejména při různé exposici vzhledem k proudění vzduchu. V takových případech, jak nám také ukazuje historie studia vlivů lesů na srážky (Krečmer 1952), je velmi obtížné tvrdit, že srážky ve srážkoměru odpovídají skutečně srážkovému požitku lokality. O potížích s měřením srážek v tomto směru existuje, jak známo, velmi početná literatura, neboť metodika měření srážek je v meteorologických kruzích neustále živě diskutována (z novějších viz na příklad Hayes-Kittredge 1949, Kreutz 1952, Malsch 1952 aj.). Že hodnota chyb z měření srážek může snadno překrýt při srovnávacím měření menší rozdíly, vidíme z práce Braakovy (Braak 1937).

Bližší studium tohoto aspektu nebylo zahrnuto do plánu našich prací. Přesto považujeme za užitečné aspoň informativně naznačit možný dosah uvedených fakt pro naše i jiná srovnávací měření srážek v obnovných sečích. Pro nedostatek vlastních dat opřeme se o některé výsledky podrobných studií Schubertových (Schubert 1937).

Na základě jiných četných studií je možno předpokládat, že údaje srážkoměru ve

volném terénu jsou zatíženy určitou chybou, vzniklou odvátím určitého podílu padajících srážek v blízkosti povrchu záchytné nádoby přístroje. Označíme-li tu chybu v měření jako d (rozdíl oproti skutečnému množství srážek na úrovni půdy lokality), pak můžeme psát, že

$$S = s_o - d,$$

kde S je skutečně naměřené množství srážek, s_o ideální množství na povrchu půdy.

Chybu v měření, způsobovanou vlivem proudění vzduchu v otevřeném terénu, můžeme rozložit na

chybu při srážkách o velké specifické váze (déšť) . . . . . a,

podíl odvátý navíc při srážkách o malé specifické váze (sníh) . . b,

čili na letní chybu a a na zimní chybu $a + b$.

Poněvadž ani v zimě nepadají jen sněhové srážky, je třeba zmenšit sčítanec b tím, že jej násobíme podílem sněhu na zimním úhrnu srážek (v desetinném čísle). Zimní chyba je po této úpravě rovna $a + b \,.\, k$.

Za předpokladu, že srážky v kotlíku B (S_1) jsou skutečně větší než množství srážek na volné ploše, tedy za předpokladu, že

$$S_o < S_1,$$

můžeme psát rovnici

$$S_1 = S_o + s,$$

kde s je to množství srážek, které padá uprostřed kotlíku B navíc proti volné ploše skutečným vlivem kotlíku (zanášení srážek do kotlíku prouděním vzduchu).

Z předešlého je zřejmé, že

$$S_1 - S = s + d,$$

$$d = a + b \,.\, k;$$

a dále

$$s + d = s + a + b \,.\, k.$$

Z výsledků našich měření můžeme do rovnic dosadit konkrétní čísla. Podle tabulky XXXVI. můžeme zjistit, že v zimních měsících (počítáme ty, v nichž se výrazněji uplatnily sněhové srážky) činí nadlepšení ve středu kotlíku B v průměru let 1954—1956 7,2 %, v měsících letních 3,0 %. Chyba z vyfoukávání srážek nebyla námi zjišťována a převezmeme tu výsledek šetření Schubertova z citované práce; Schubert zjistil měřením srážek srážkoměrem chráněným a nechráněným před větrem poměr a : b v hodnotě a = 0,13 b. Můžeme tedy psát:

$$s + a + b \,.\, k = 7{,}2\ \%$$

$$s + a = 3{,}0\ \%$$

Při podílu sněhových srážek na celkových srážkách zimních měsíců (průměr 1954 až 1956) 21,8 % ≐ 22 %,

$$b \,.\, k = b \,.\, 0{,}22 = 7{,}2 - 3{,}0 = 4{,}2\ \%,$$

$$b = \frac{4{,}2}{0{,}22} = 19{,}0,$$

$$a = 0{,}13\ b = 2{,}5\ \%,$$

$$s = 3 - a = 0{,}5\ \%.$$

V případě, že by se vítr skutečně uplatňoval při měření srážek na volné ploše v udané míře, bylo by nadlepšení srážek v kotlíku oproti skutečným srážkám na volné ploše, nezatíženým přístrojovou chybou, nepatrné, a činilo by pouhých 0,5 % celkových srážek. Na tuto ekologicky velmi závažnou okolnost je třeba poukázat tím spíše, že ani Geiger (1941), ani Slavík (viz Slavík - Slavíková - Jeník 1957) ve svých studiích o kotlíkových srážkách na možné chyby srovnávacích srážkoměrných měření neupozorňují.

Na základě našeho výzkumu se však spíše přikláníme k tomu, že zvýšení srážek v kotlících je reálné, a že s ním může ekolog nebo lesník-pěstitel počítat. Opíráme se tu o to, že rozdíl srážek mezi volnou plochou a malým kotlíkem nejeví v žádném případě statisticky průkazný vztah k síle větru. Pakliže by množství srážek, zachycené srážkoměrem na volné ploše, bylo značně závislé (na příklad u sněhu) na síle větru, musil by

vztah jevit i rozdíl mezi oběma zmíněnými místy. Srážkoměr volné plochy není ostatně v Bědovicích instalován na vysloveně větrném místě.

Tento názor podporují i výsledky měření půdní vlhkosti (kap. II/9), stejně tak jako naše vlastní sledování vzdušného proudění pomocí dýmovnic, jehož výsledky budou zpracovány v dalším pokračování této práce.

4.2 Poměry na okrajích kotlíků

Jak už bylo řečeno ve statích o metodice srážkoměrných pozorování, byly exposiční rozdíly v příjmu srážek sledovány ve všech třech kotlících pokusné plochy, a to ve velkém kotlíku B a v obou malých kotlících C a D. V kotlíku B a D bylo použito normálních staničních srážkoměrů, zatím co v kotlíku C s ohledem na jiná tam prováděná mikroklimatologická měření byly instalovány malé dešťoměry „Jarda". Údaje těchto dešťoměrů nelze absolutně srovnávat s údaji srážkoměrů, a to z důvodů, které byly již na příslušném místě probrány. Relativní vzájemné srovnání mezi přístroji stejného typu je však přípustné. K dosažení přesného obrazu o rozložení srážek byly instalovány dešťoměry „Jarda" i ve velkém kotlíku na místech 10B, 11B, 13B a 14B. Ani zde nebylo možno pracovat s absolutními údaji srážek. K vyhodnocení jsme použili jen statistického postupu. Připomínáme ještě, že na okrajích kotlíků bylo měřeno jen od dubna do října. Jedná se tedy výlučně o srážky kapalné.

Vzhledem k tomu, že při hodnocení srážek budeme se zde zabývat také vztahem mezi srážkami jednotlivých míst a směrem větru, je třeba naznačit umístění srážkoměrných přístrojů na okrajích kotlíků. Přístroje byly umístěny takto:

kotlík B: S W N E
kotlík C: S W N E
kotlík D: SW NW NE SE.

V průměru let 1954—1956 (u kotlíku C 1955 a 1956) jsou zachyceny srážky na jednotlivých místech v poměru ke srážkám uprostřed kotlíků v tabulce XL, zaokrouhlené na celá procenta. Z tabulky je patrné, že různá místa jeví proti středu kotlíku charakteristické, byť nevelké rozdíly. Nej-

Tabulka XL.

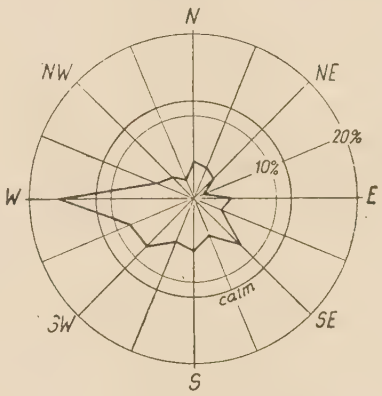
Srážky v jednotlivých prostorech kotlíků ve srovnání se srážkami v jejich středu (= 100 %)
(Průměr 1954—1956, u kotlíku C 1955—1956)

Místo	Prostor							
	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
Kotlík B	93 %		98 %		98 %		100 %	
Kotlík C	*) 92 %		85 %		87 %		100 %	
Kotlík D		86 %		91 %		98 %		91 %

*) Údaj z jižního okraje kotlíku C je ovlivněn mezerou po nahodilé těžbě v přilehlé stěně porostu (hodnota je příliš vysoká).

menší srážky dostává v průměru podle našich měření jižní až jihozápadní část kotlíku, nejvíce východní až severovýchodní. Na tomto okraji jsou průměrné srážky stejně velké jako uprostřed kotlíku, a to nejen v kotlíku velkém, nýbrž i v kotlících malých. Uprostřed mezi oběma krajními případy leží — celkem bez vzájemných rozdílů — okraj severní a západní.

Uvedená fakta naznačují, že rozložení srážek v kotlících — pokud se průměrných dat za delší období týká — je nerovnoměrné; maximum srážek, padajících do kotlíku velkého i obou malých, je vysunuto excentricky k východoseverovýchodu. Nerovnoměrné rozložení průměrných srážek na ploše kotlíků je zřejmě ve vztahu k převládajícím směrům větru. Jejich působením vzniká dešťový stín při okrajích, ležících proti těmto směrům, a zóna bohatých srážek při okrajích návětrných. Z větrné růžice, sestavené podle pozorování v Bědovicích od dubna do října 1954—1956 (graf 32), je patrné, že převládajícím větrem je vítr západních směrů. Ze společného působení vzniká pak posunutí zóny maximálních srážek v kotlících směrem k ENE.



Graf 32. Větrná růžice pro směry větru na meteorologické stanici Pokusné plochy v Bědovicích podle pozorování v letech 1954—1956 (relativní četnosti).

Data dále ukazují na to, že ve velkém kotlíku jsou i okraje poměrně bohatě zásobovány atmosférickou vodou. Uvažme, že místa vzdálená pouhé 2 m od okraje porostu (okapu korun) vykazují snížení srážek pouze o 2 %; v krajním případě při jižním okraji (tam se také uplatňuje nadúrovňový strom v okraji) činí snížení 7 % srážkového množství v době od dubna do října. V malých kotlících je snížení srážek již patrnější (2—15 %), pokles od středu k okrajům prudší.

Vzhledem k převážně malým rozdílům v množství srážek mezi středy kotlíků a jejich okraji považujeme za prospěšné prověřit i zde hodnověrnost dat statistickými metodami.

K utvrzení nálezu o excentricitě srážek v kotlících a ke zpřesnění obrazu o srážkách ve velkém kotlíku, relativně slaběji obsazeném velkými srážkoměry, zhodnotíme především data dešťoměrů typu „Jarda“. Poněvadž srov-

Tabulka XLI.

Rozdíl mezi stanicemi	n	m_d	σ_0	t	Poznámky
10B—11B	147	0,30	0,617	5,89	Pro $f = 150$
10B—13B	147	0,03	0,491	0,74	$\alpha_{0,001} = 3,15$
10B—14B	147	0,28	0,479	7,08	
11B—13B	147	— 0,28	0,502	— 6,76	
11B—14B	147	— 0,02	0,499	— 0,48	
13B—14B	147	0,26	0,404	7,80	

návat jejich skutečné údaje s normálními srážkoměry by nemělo smyslu. provedeme statistické ohodnocení rozdílů mezi jejich údaji. Dostaneme tak vzájemný vztah míst rozložených okolo centra velkého kotlíku B. Ke statistickému prověření jsme opět volili Studentovo *t*-rozdělení; výsledky testu jsou v tabulce XLI. Užité vzorce viz str. 113. K výpočtu rozdílu byly brány srážky jednotlivě.

Z tabulky vidíme, že rozdíl mezi stanicemi 10B a 13B je statisticky naprosto bezvýznamný (splněná mez pravděpodobnosti je P = 70 %) zatímco rozdíly vzhledem ke stanicím 11B a 14B vykazují hladinu významnosti větší než 0,1 % a jsou statisticky vysoce průkazné.

Jak plyne z tabulky průměrných dat i z dalšího statistického rozboru, srážky mezi středem kotlíku (stanice 12) a východním okrajem (stanice 11) nevykazují rozdíly; logicky i mezilehlá stanice 11B patří do centrální oblasti plných srážek. Poněvadž podle tabulky XLI není statisticky průkazného rozdílu mezi stanicemi 11B a 14B, patří stanice 14B také do sféry

Tabulka XLII.

Rozdíl mezi stanicemi	n	m_d	σ_o	t	Poznámky
			Kotlík B		
12—10	21	4,30	3,34	5,89	Pro $f = 20$ $\alpha_{0,005} = 2,84$ $\alpha_{0,001} = 3,55$
12—11	21	0,02	1,91	0,05	
12—13	21	1,30	1,83	3,26	
12—14	21	1,80	1,75	4,70	
			Kotlík C		
3A—1A	147	0,43	0,99	5,26	Pro $f = 150$ $\alpha_{0,001} = 3,15$
3A—2A	147	0,01	0,54	0,22	
3A—4A	147	0,80	1,49	6,48	
3A—5A	147	0,70	1,39	6,08	
			Kotlík D		
3—1	21	8,25	6,07	6,22	Pro $f = 20$ $\alpha_{0,001} = 3,55$ $\alpha_{0,01} = 2,53$ $\alpha_{0,025} = 2,09$
3—2	21	1,40	2,84	2,25	
3—4	21	5,56	3,44	7,40	
3—5	21	6,42	4,77	6,15	

Tabulka XLIII.

Rozdíl srážek: střed kotlíku minus prostor	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
Kotlík B	++		++		++		—	
Kotlík C	++		++		++		—	
Kotlík D		++		++		+		++

++ rozdíl statisticky vysoce významný ($P > 99\ \%$),
+ rozdíl statisticky významný ($P < 99\ \%$),
— rozdíl statisticky bezvýznamný.

maximálního srážkového požitku, zabírajícího plochu se stanicemi 12, 11B, 11 a 14B. Naopak stanice 10B a 13B náležejí již k zóně dešťového stínu se srážkami sníženými. Tím považujeme excentrické rozložení srážek v průměrných hodnotách za prokázané.

Provedeme nyní ještě zbývající část prověrky hodnověrnosti získaných dat, to je statistické zhodnocení rozdílů ve srážkách mezi středy kotlíků a jejich okraji. Výsledky testování významnosti rozdílů srážek jsou uvedeny v tabulce XLII. K prověření jsme rovněž použili Studentovo *t*-rozdělení. V kotlících B a D byly zkoumány rozdíly v měsíčních sumách srážek (duben až říjen 1954—1956), což se ukázalo být postačujícím. O kotlíku C byly k disposici pouze údaje z let 1955 a 1956; zde jsme vzali v úvahu všechny jednotlivé případy srážek.

Pro větší názornost jsme uspořádali výsledky testování do tabulky XLIII s označením okrajových prostorů.

Tím by byly prověřeny základní rysy průměrného srážkového režimu v kotlících. V grafu 33 jsou zakresleny isolinie průměrných srážek ve velkém a malém kotlíku (srážky volné plochy jsou rovny 100 %).

Dosavadní naše vývody jakož i vztah, zachycený na obrázku, týkaly se průměrných srážkových hodnot. Situace při určité srážce nebo během určitého kratšího období nemusí být naprosto podobná vylíčenému obrazu rozložení srážek v kotlících.

Tak jako průměrné poměry v rozložení srážek na ploše kotlíků závisejí na převládajících směrech vzdušného proudění, okamžitý stav je závislý na momentním směru a síle větru.

Graf 33. Úhrnné srážky v kotlíku B (nahoře) a v kotlíku C nebo D (dole) v procentech úhrnných srážek na volné ploše mimo les (1954—1956).

Tabulka XLIV.

Směr větru při srážce	Rozdíl srážek: střed kotlíku minus stanice, okraje		Charakter okraje vzhledem k větru	n	m_d	σ_o	t	P = 99 %
S	10	S	závětrný	46	0,51	0,66	5,23	2,41
(SSE—SSW)	14	N	návětrný	46	0,02	0,16	0,85	
W	13	W	závětrný	80	0,16	0,40	3,53	2,37
(WSW—WNW)	11	E	návětrný	80	— 0,07	0,25	— 2,50	
N	14	N	závětrný	27	0,55	0,63	4,55	2,48
(NNE—NNW)	10	S	návětrný	27	0,07	0,65	0,56	
E	11	E	závětrný	10	0,54	1,22	1,39	2,82
(ESE—ENE)	13	W	návětrný	10	0,05	0,34	0,46	

Při srážkách, padajících za klidného ovzduší — jsou to zejména drobné srážky z nízké vrstevnaté oblačnosti — nejsou mezi stanicemi v kotlících často žádné rozdíly; okraje dostávají totéž množství jako středy. Při srážkách, padajících za větru, očekáváme však typické rozložení srážek na závětrné a návětrné straně, s minimem u závětrného okraje a maximem protáhlým ze středu kotlíku k okraji návětrnému.

K studiu momentního rozložení srážek za větru jsme použili dat z velkého kotlíku B a malého kotlíku D (duben až říjen 1954—1956), které jsme rozdělili podle směru větru při srážce. Při výběru dat bylo postupováno stejně jako dříve při studiu vlivu větru na rozdíly ve srážkách mezi kotlíkem a volnou plochou. Podle záznamu pozorovatele byly pečlivě vytříděny případy jednotlivých srážek, případně krátké deště rychle za sebou následující byly považovány za srážku jedinou. Podle pozorovacích záznamů byly vyhledány příslušné směry větrů. Pomocí Studentova rozdělení byly vzniklé soubory otestovány co do významnosti rozdílů ve srážkách mezi středem kotlíku a stanicemi na závětrném a návětrném okraji, s ohledem na současný směr větru. Výsledky jsou obsaženy v tabulce XLIV.

Jak je zřejmé, je rozdíl srážek mezi středem kotlíku velkého (stanice 12) a závětrným okrajem, jehož stanice leží v dešťovém stínu, statisticky vysoce průkazný. Při větrech všech směrů kromě východního je dosaženo vysoké hladiny významnosti, vyšší než $\alpha = 0{,}1\ \%$. Při východních větrech je dosaženo 10 % hladiny významnosti; nepochybujeme, že větší počet případů srážek při větru vanoucím od východu by hladinu podstatně zvýšil jako u směrů ostatních. Je tedy možno považovat za prokázané, že závětrné okraje mají menší srážkový požitek než střed velkého kotlíku.

Rozdíl srážek mezi středem velkého kotlíku a návětrnými okraji je — kromě případů za západního větru — naproti tomu vždy statisticky naprosto bezvýznamný. Lze tedy tvrdit, že návětrné okraje velkého kotlíku mají stejné množství srážek jako jeho střed. Podrobnosti v rozložení srážek ujasňuje dále fakt, že za západního větru jeví návětrný okraj statisticky vysoce významný rozdíl proti středu kotlíku (splňuje hladinu významnosti $\alpha = 1\ \%$); návětrný okraj má za západních větrů více srážek než střed kotlíku. Tento jev není patrně závislý jen na orientaci velké osy kotlíku (viz opačný případ větrů východních, kdy návětrný okraj nevykazuje větší množství srážek než střed kotlíku). Uplatňuje se tu zřejmě síla větru,

Tabulka XLV.

Směr větru při srážce	Rozdíl srážek: střed kotlíku minus stanice, okraje		Charakter okraje vzhledem k větru	n	m_d	σ_0	t	P = 99 %	P = 95 %
S	1	SE	závětrný	46	0,47	0,64	4,94		
(SSE—SSW)	4	SW		46	0,18	0,41	2,94		
	5	NW	návětrný	46	0,19	0,62	2,06	2,41	2,01
	2	NE		46	0,56	0,78	4,85		
W	4	SW	závětrný	80	0,42	0,84	4,49		
(WSW—WNW)	5	NW		80	0,22	0,50	3,91		
	1	SE	návětrný	80	0,77	1,43	4,81	2,37	1,99
	2	NE		80	— 0,02	0,39	— 0,46		
N	2	NE	závětrný	27	0,75	1,29	3,01		
(NNE—NNW)	5	NW		27	0,24	0,56	2,21		
	1	SE	návětrný	27	0,40	0,99	2,09	2,48	2,06
	4	SW		27	0,71	1,70	2,17		
E	1	SE	závětrný	10	0,87	1,41	1,95		
(ESE—ENE)	2	NE		10	1,42	1,85	2,42		
	4	SW	návětrný	10	0,69	1,04	2,10	2,82	1,83
	5	NW		10	0,18	0,43	1,31		

v níž západní větry předčí směry ostatní, což dokládáme daty ze srovnávací meteorologické stanice: v průměru ze všech roků měření a tří denních termínů vykazuje západní vítr (směrů WSW, W, WNW) průměrnou sílu 2,1 Bf; ostatní hlavní směry mají průměrnou sílu okolo 1,9 Bf.

Stejný rozbor byl proveden také pro malý kotlík D. Ke zjednodušení práce byly ponechány základní směry větru, užité při rozboru pro kotlík B. Vzhledem k poloze srážkoměrů v kotlíku D byly pak vždy dvě a dvě stanice považovány za návětrné či závětrné. Statistický rozbor ukázal, že v malém kotlíku není za srážky jasně vytvořen prostor závětrný a návětrný. V něm se již uplatňuje svým clonícím vlivem závětrná porostní stěna i na protilehlém okraji. Vyjímkou je při západním větru stanice na návětrné straně (okraj NE, stanice 2), jak ukazují výsledky v tabulce XLV.

4.3 Závěry

Tříleté měření dešťových a sněhových srážek v kotlících borových porostů potvrdilo základní Geigerovy these (Geiger 1941) o srážkách uprostřed kotlíků statistickým prověřením nového, bohatějšího pozorovacího materiálu. Rozšiřuje je dále o poznání a prověření závislosti množství srážek ve středech kotlíků na jejich skupenství a na síle větru, o rozložení srážek na celé ploše kotlíků i o vztazích rozložení ke směru větru.

V průměru tří let pozorování spadlo uprostřed malého kruhového kot-

líku D nepatrně větší množství dešťových srážek, než jaké zaznamenal srážkoměr na volné ploše mimo les. Sněhových srážek tam spadlo méně o 6 % než na volné ploše. Tento jev můžeme vysvětlit tím, že clona porostních stén se v malém kotlíku výrazně uplatní zejména u lehkého sněhu, snášeného větrem nad korunami porostu mnohem snadněji v šikmém směru, než je tomu u dešťových kapek. V celkovém průměru srážek kapalných a tuhých je pak množství spadlé vody uprostřed malého kotlíku prakticky shodné s volnou plochou. Charitonovič (1938) výstižně nazval malé světliny v lese přirozenými srážkoměry.

Okraje malého kotlíku vykazují v průměru asi o 10 % menší srážky než jeho střed.

Velký eliptický kotlík vykazuje ve svém středu vyšší množství srážek dešťových (o 3 %) a zejména sněhových (o 14 %) proti srážkám naměřeným v téže době ve srážkoměru na volné ploše. Bez rozlišování skupenství jsou v celku zimní srážky v kotlíku B vyšší o 7 %, letní asi o 3 % proti srážkoměru na volné ploše. Je třeba podtrhnout, že míra tohoto nadlepšení středu velkého kotlíku proti volné ploše jeví prokázaný vztah k síle větru, vanoucího v době srážky: čím silnější je vítr, tím patrnější nadlepšení ve srážkách dostává střed kotlíku. Tento vztah je u dešťových srážek volnější, u sněhu velmi úzký. V malém kotlíku nebyl uvedený vztah prokázán.

Stav ve velkém kotlíku můžeme vysvětlovat dvěma způsoby. Nadlepšení je možno považovat za výsledek vnikání větru shora do velkého kotlíku, který bere srážky — zejména lehké sněhové vločky — s sebou a zlepšuje tak příchodovou složku vodní bilance většího kotlíku. Tuto domněnku podporují dosud provedené výzkumy systému vzdušného proudění v kotlících (Wrede 1925 a zvláště Pfeifer 1938). Nadlepšení je však možno vysvětlovat i jinak, totiž vlivem nedokonalosti měření srážek na volné ploše, kde známý jev vydouvání srážek, zejména sněhových, zmenšuje zachycené množství vody ve srážkoměru, zatímco před silným prouděním vzduchu chráněný srážkoměr uprostřed tišiny v kotlíku touto chybou postižen není.

Rozhodnout tento problém s definitivní platností může pouze zvláštní měření srovnávací na volné ploše při použití vhodné umělé ochrany srážkoměrů před účinky větru. Každému, kdo nahlédl do problematiky srážkoměrných metodik, je jasné, že by to byla velmi delikátní metodická otázka. Teoretickým propočtem ukazujeme, že případným vlivem větru na naměřené množství srážek může být vykázané a statisticky ověřené zvýšení srážek údajem klamným, a že skutečné nadlepšení může činit ve velkém kotlíku jen zanedbatelné množství (0,5 % srážek).

Pěstitel může v nejhorším případě počítat s tím, že uprostřed malého kotlíku spadne přibližně stejné množství srážek, uprostřed velkého kotlíku nejméně stejné množství srážek jako na volné ploše. Na základě statistického šetření o vztazích mezi silou větru a rozdílem srážek mezi volnou plochou a malým kotlíkem však usuzujeme, že námi změřené nadlepšení srážek v kotlících ve srovnání s bezlesím je reálné.

Výzkum dále ukázal nerovnoměrné, excentrické rozložení srážek na ploše kotlíků, doplnil a prověřil údaje publikované Slavíkem a spolupracovníky (Slavík-Slavíková-Jeník 1957). V průměrných hodnotách srážek jednotlivých míst kotlíků obou velikostí se zřetelně odráží převládající směr větrů v oblasti výzkumů. V obou kotlících je oblast

maximálních srážek posunuta ve směru v místě převládajících západních až jihozápadních větrů, tedy směrem k východnímu a severovýchodnímu okraji.

Z hlediska ekologa a pěstitele má velký kotlík podstatně lepší srážkové poměry než kotlík malý. Jak je patrno z grafu 33, zabírá většinu plochy velkého kotlíku oblast srážek shodných a větších než na volné ploše. Prakticky pouze neširoký pruh při jižním a západním okraji má srážek méně. Průměrné rozdíly činí však vzhledem ke středu jen 2 % srážek. Velká produkční plocha kotlíku B je tak téměř celá vláhou dobře zásobována.

V hodnotách zjištěných po jednotlivých srážkách nebo během kratší časové periody může být ovšem obraz průměrného rozdělení srážek na ploše kotlíků zcela změněn podle momentálně vanoucího nebo převládajícího směru větru.

V malém kruhovém kotlíku je vliv větru na momentní srážky jednotlivých okrajů nevýrazný a většinou neprokázaný. Pouze u silnějších dešťonosných větrů západních vytváří se statisticky prokázané rozdělení plochy kotlíku na oblast dešťového stínu při porostní stěně v závětří (západní okraje kotlíku) a oblast zvýšených srážek v návětří mezi středem a okrajem po větru ležícím. Při větrech jiných směrů se místní rozdíly v malém kotlíku neprojevují a všechny okraje, i s návětrným, mají menší srážky než střed kotlíku.

Ve velkém kotlíku vzniká při jakémkoliv směru větru prokazatelný prostor závětrný a návětrný: při závětrné stěně vzniká výrazný dešťový stín s menšími srážkami než uprostřed kotlíku, plocha mezi středem a protilehlým okrajem u návětrné porostní stěny má srážek nejvíce. Při větru větší síly (většinou západního směru) je maximum srážky posunuto ze středu k návětrnému okraji; střed se v tomto případě dostává pod vliv dešťového stínu.

Předběžným informativním šetřením nebylo možno zjistit zvýšení srážek na samém okraji kotlíku pod lemem korun krajních stromů okolního porostu. Na okraji srážky prudce klesají k omezeným srážkám vnitroporostním (v průměru zadrží borový porost 27 % srážek).

5 VLHKOST VZDUCHU

Relativní vlhkost vzduchu jsme měřili jednak trvale v malých žaluziových budkách ve výši 50 cm nad povrchem půdy pomocí hygrografů, jednak ambulantním způsobem při měření exposičního mikroklimatu velkého kotlíku B aspiračními psychrometry (výška 30 cm). Obsáhlé zpracování tříletých záznamů samopisných přístrojů na volné ploše, v porostu i v obou typech kotlíků s rozborem speciální problematiky měření v budkách v místech s různou insolací (srv. již Schubert 1897) bude zhodnoceno ve zvláštní studii.

Zde v oboru relativní vlhkosti vzduchu promluvíme o vybraných údajích podle záznamů samopisných přístrojů, pokud se týká rozdílů relativní vlhkosti a jejího chodu uprostřed velkého a malého kotlíku. Dále zhodnotíme výsledky psychrometrických pozorování ve velkém kotlíku.

Ke studiu případných rozdílů ve vlhkosti mezi malým a velkým kotlíkem byly ze záznamů hygrografů v žaluziových budkách uprostřed kotlíku D

Průměrná relativní vlhkost vzduchu v denním chodu

Střed kotlíku doba		n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IV	B	7	92	93	95	96	97	97	91	80	57	46	40	37
54—56	D	7	92	93	95	95	96	96	87	65	52	47	40	39
VII	B	12	94	95	95	96	96	95	95	77	64	56	47	42
54—56	D	12	95	95	95	96	96	96	95	81	66	57	52	50
IX	B	22	94	94	94	94	94	95	94	93	88	71	62	54
54—56	D	22	94	94	94	94	95	95	95	94	85	71	62	56

a B vybrány z různé roční doby (měsíce duben, červenec a září) hygrogramy ze dnů s počasím příznivým pro vznik výrazného mikroklimatu. Jako takové byly voleny dny s typem počasí 1—3, to jest dny s počasím radiačním, zvláště příznivým a příznivým a dny s počasím převážně vzařovacím (s oblačnou nocí). Naznačené případy byly vybrány ze všech tří

Tabulka XLVI. b

Analysa rozptylu relativní vlhkosti vzduchu za dnů s jasným počasím přes den (Červenec 1954—1956)

Proměnlivost	Σ čtverců	Počet stupňů volnosti	Rozptyl	F	$F_{0,01}$
Vliv místa . . .	97,5	1	97,5	55,2	7,88
Vliv denní doby .	22.852,8	23	993,6	562,7	2,72
Residuální . . .	40,6	23	1,7		
Celková . . .	22.990,9	47			

let měření (1954—1956). Pro každou hodinu dne byla zjištěna průměrná relativní vlhkost. Výsledek šetření je zaznamenán v tabulce XLVIa.

Průměrné hodnoty pro celých 24 hodin se podle tabulky liší mezi oběma kotlíky jen málo (± 3 % v dubnu i v červenci). Vzhledem k tomu bylo třeba položit především otázku, zda se středy kotlíků od sebe skutečně průkazně liší. Statistické zhodnocení závislosti obou řad vlhkostních dat

Četnost výskytu relativní vlhkosti vzduchu za dnů s jasným

Střed kotlíku doba		Procento	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100
IV	B	abs.	12	35	17	13	15	10	17	49
54—56	D	četnost	14	29	28	15	18	8	21	35
VII	B	abs.	11	39	35	18	20	26	29	86
54—56	D	četnost	3	33	28	35	18	31	26	90

za dnů s jasným počasím přes den. (V %; výška 50 cm) Tabulka XLVI. a

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max.	Min.	Průměr
35	32	33	34	35	41	55	69	72	79	83	86	97	32	66
38	37	35	33	32	36	46	58	65	70	76	81	96	32	63
39	36	35	39	41	48	58	69	77	83	86	89	96	35	69
45	43	42	44	46	51	61	72	80	84	87	91	96	42	72
51	50	51	56	65	75	82	86	89	91	92	93	95	50	79
52	51	51	55	67	78	85	89	91	93	94	95	95	51	80

na místě měření bylo provedeno analysou rozptylu, a to jako dvoufaktorový pokus: byla stanovena závislost na místě a na hodině dne. Výsledky ukázaly, že v dubnu i v červenci je rozdíl mezi místy vysoce průkazný, v září neprůkazný. Ve všech třech případech byl ovšem získán průkaz závislosti vlhkosti na denní době.

Uvádíme zde tabulku XLVIb pro analysu rozptylu změřené vlhkosti vzduchu ve dnech s jasným počasím přes den v červenci 1954—1956. Hodnotou testovacího kriteria F je splněna i nejpřísnější podmínka jednoprocentní pravděpodobnosti.

Z tabulky XLVIa je patrno, že na jaře v dubnu je velký kotlík ve svém středu vlhčí v denním průměru o 3 % proti středu kotlíku malého. Průměrná minimální vlhkost je v obou kotlících shodná, maximální téměř shodná. Rozdíl v celkovém průměru je způsoben delším trváním vyšší vlhkosti ve velkém kotlíku v ranních hodinách (viz v tabulce hodnoty v 7 a 8 hodin) a prudším vzestupem vlhkosti večer. Okamžité rozdíly dosahují v oněch denních obdobích i 30 % ve prospěch kotlíku B. V obdobích minimálních hodnot relativní vlhkosti bývá velký kotlík o něco sušší. Vylíčený stav dokládá tabulka četností relativní vlhkosti vzduchu se zvýšeným počtem případu vlhkosti ve třídě 31—40 % a 91—100 % v kotlíku B (tabulka XLVII).

V létě (viz data v tabulce za červenec) je obraz vlhkostních poměrů poněkud jiný. Velký kotlík vykazuje v denním průměru jasných dnů menší relativní vlhkost proti kotlíku malému. V četnostech vykazuje kotlík B zvýšený počet případů ve třídách nízké relativní vlhkosti až do 50 % (viz tab. XLVII). Největší rozdíly mezi kotlíky v denním chodu nastávají v období okolo minima relativní vlhkosti vzduchu; okamžité diference

počasím přes den (podle hodinových odpočtů) Tabulka XLVII.

Σ	Procento	21—30	31—40	41—50	51—60	67—70	71—80	81—90	91—100	Σ
168	rel.	7	21	10	8	9	6	10	29	100
168	četnost	8	17	17	9	11	5	12	21	100
264	rel.	4	15	13	7	8	10	11	32	100
264	četnost	1	12	11	13	7	12	10	34	100

Azimut ⁰	7,30	8	8,30	9	9,30	10	10,30	11	11,30	12	12,30	13
střed	63	53	50	46	44	42	40	38	36	33	32	35
25	61	52	49	46	59	48	42	38	35	33	31	34
80	55	50	47	44	46	45	44	43	37	37	40	34
115	63	52	46	42	43	41	38	40	44	38	37	35
154	65	56	51	44	42	38	37	36	35	31	29	33
200	59	54	50	47	47	39	36	34	33	30	28	33
250	56	51	48	48	45	44	41	36	35	32	29	30
295	56	52	51	48	48	46	45	45	39	35	33	38
325	61	54	47	45	44	44	38	37	37	38	32	37

10. VII. 1956

Azimut ⁰	2	2,30	3	3,30	4	4,30	5	5,30	6	6,30	7	7,30	8	8,30	9	9,30	10	10,30	11	11,30	12
střed	95	96	96	95	95	95	92	93	92	93	85	67	59	60	50	39	43	40	39	40	39
25	93	94	99	90	96	96	96	96	94	94	89	70	66	64	52	48	46	43	44	44	41
80	94	94	99	89	96	97	96	95	92	92	85	64	57	54	46	37	41	40	37	41	37
115	96	96	98	96	97	95	95	94	94	92	88	62	56	50	45	38	38	38	36	36	38
154	93	94	94	93	94	94	92	93	90	90	94	61	58	55	46	35	36	35	36	32	32
200	96	95	96	96	96	96	95	95	92	90	85	65	62	59	50	44	43	44	44	38	37
250	95	95	96	98	96	96	93	94	92	90	82	67	58	57	49	43	43	43	40	36	35
295	99	100	100	100	96	96	94	95	93	91	86	71	58	59	50	43	44	42	43	38	39
325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

činí až okolo 20 % ve prospěch malého kotlíku. Od večera do rána mají oba kotlíky vlhkostní poměry ve výšce 50 cm navzájem velmi podobné; rozdíly tu buď vůbec pozorovány nebyly nebo činí jen několik procent, obvykle opět ve prospěch malého kotlíku. Jak je vidět v tabulce, průměrná maxima v obou kotlících se od sebe v daném období vůbec neliší.

20. IX. 1956

Azimut ⁰	8	8,30	9	9,30	10	10,30	11	11,30	12	12,30	13	13,30
střed	75	69	65	60	60	63	59	58	53	56	53	56
25	71	65	62	56	63	69	52	61	51	52	52	52
80	65	61	61	57	57	56	53	53	52	49	51	50
115	75	65	59	64	60	56	56	55	51	51	51	53
154	75	64	61	58	53	48	49	47	48	48	44	48
200	76	68	65	60	69	56	53	52	55	50	47	50
250	67	70	59	55	55	52	52	52	52	48	46	48
295	89	69	60	60	54	53	53	54	50	50	46	50
325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

v denním chodu (v procentech; výška 30 cm)

Tabulka XLVIII. a

13,30	14	14,30	15	15,30	16	16,30	17	17,30	Max.	Min.	Průměr
36	32	32	31	32	30	34	32	34	63	30	38
33	39	29	37	27	35	33	31	32	61	27	39
39	33	32	37	27	29	33	32	33	55	27	39
35	32	30	36	27	30	32	32	33	63	27	38
33	29	30	30	29	32	34	33	34	65	29	37
36	32	28	30	29	28	34	30	31	59	28	36
31	33	29	31	30	28	33	31	36	56	28	37
37	33	31	29	28	30	33	34	33	56	28	39
34	32	31	30	27	30	32	33	33	61	27	38

Tabulka XLVIII. b

12,30	13	13,30	14	14,30	15	15,30	16	16,30	17	17,30	18	18,30	19	19,30	20	20,30	21	Max.	Min.	Průměr
37	36	37	37	34	38	37	34	24	25	27	44	50	55	58	63	73	74	96	24	59
40	43	40	41	40	44	43	38	32	27	31	42	49	57	57	61	68	73	99	27	61
38	41	40	40	36	38	36	32	27	23	35	43	50	55	57	63	70	74	99	23	58
37	33	38	40	40	40	36	35	25	22	33	45	50	59	57	70	67	72	98	22	59
32	33	34	34	32	35	34	30	24	22	34	40	48	52	56	62	67	72	94	22	56
40	38	37	40	36	37	40	32	25	24	33	42	50	58	58	65	69	75	96	24	59
36	36	33	34	39	36	31	30	23	22	33	41	48	55	59	63	69	76	98	22	58
39	38	36	38	44	40	40	35	22	19	34	43	49	56	59	63	69	84	100	19	60
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

V časném podzimu (srv. naše data ze září) je uvedené letní rozdělení relativní vlhkosti zachováno již jen v náznaku; vlhkostní diference jsou mezi oběma kotlíky nepatrné a v průměru prakticky mizí.

Za typu počasí méně příznivého pro vznik výrazného mikroklimatu jsou podle dosavadního materiálu vlhkostní poměry mezi kotlíky velmi vy-

Tabulka XLVIII. c

14	14,30	15	15,30	16	16,30	17	17,30	18	Maximální	Minimální	Průměr
56	55	57	57	62	75	82	85	90	90	53	64
54	54	54	53	55	69	75	89	96	86	51	62
49	53	54	58	64	74	79	81	89	89	49	60
53	55	55	55	56	64	73	81	89	89	51	62
57	53	53	53	66	74	86	86	91	91	44	60
54	54	55	56	68	76	83	85	92	92	47	63
50	51	49	53	60	67	74	76	83	83	46	58
54	53	56	53	58	71	78	81	88	89	46	61
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka XLIX.

Relativní vlhkost vzduchu na okrajích velkého kotlíku B v různých místech (průměry za 1,5 hodiny, údaje v % z výšky 30 cm)

16. V. 1957 — 20. IX. 1956

Azimut °	Hodin									
	7,30–9	9,30–11	11,30–13	13,30–15	15,30–17	8–9,30	10–11,30	12–13,30	14–15,30	16–17,30
25	52	47	33	34	32	63	61	52	54	70
80	51	44	37	35	30	61	55	50	54	74
115	49	40	36	33	30	66	57	52	55	75
154	54	38	32	31	32	64	49	47	54	78
200	52	39	31	31	30	67	57	50	55	78
250	51	42	32	31	30	63	53	48	51	69
295	52	46	36	32	31	70	54	49	54	72
325	52	41	36	32	32	—*)	—	—	—	—

10. VII. 1956

Azimut °	Hodin									
	1,30–3	3,30–5	5,30–7	7,30–9	9,30–11	11,30–13	13,30–15	15,30–17	17,30–19	19,30–21
25	95	95	91	63	45	41	41	35	45	65
80	96	94	91	55	39	39	39	30	45	66
115	97	96	92	53	38	36	40	30	47	67
154	94	94	92	55	36	32	34	28	44	66
200	96	96	91	59	44	39	38	30	46	67
250	95	96	90	58	42	35	36	26	43	67
295	100	94	91	60	43	39	40	29	46	69
325	—*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) Neměřeno

rovnané. Ekologicky jsou ovšem významné především vztahy výše analysované, to jest vztahy za počasí, za něhož dochází k ohrožení vodního režimu a života rostlinstva.

Ambulantním způsobem provedené studie rozložení relativní vlhkosti ukázaly, že ve velkém kotlíku vznikají pozorovatelné místní rozdíly. Místa přímo ozářená sluncem vykazují nejmenší relativní vlhkost vzduchu; oblast minimální vlhkosti postupuje během dne s osluněnou plochou. Výsledky našich měření, provedených 25. května, 10. července, 20. září 1956 a 16. května 1957, ukázaly naprostý souhlas s údaji, které publikoval Geiger (1941). Ten pracoval při tom ve značně velké seči s průměrem 80 m; je tedy možno jeho poznatky v tomto směru aplikovat i na menší kotlíkové seče, pokud jsou ovšem jejich okraje dostatečně dlouho osluněny. Výsledky našich šetření jsou zaznamenány v souhrnných tabulkách XLVIIIa až c. Pro lepší přehled, umožňující posoudit zejména denní postup oblasti minimální vzdušné vlhkosti, byla data z těchto souhrnných tabulek sestavena v průměrech jednopůlhodinových do přehledné tabulky XLIX. Minimální hodnoty jsou v tabulce označeny tučným rámem. Označení okrajů je v hodnotách azimutu.

Z tabulek je patrno, že celkově jsou rozdíly relativní vlhkosti vzduchu uvnitř kotlíku B absolutně malé. Místní rozdíly jsou vyvinuty jen přes den; začínají se vytvářet ve vegetační době okolo 8 hodin a trvají až do 17—18 hodin. V nočních hodinách nebylo zjištěno, že by relativní vlhkost vzduchu uprostřed velkého kotlíku byla průkazně vyšší než na jeho okrajích. Vzhledem k průkazně rozdílné tvorbě rosy je tu třeba přiznat význam rozdílnému efektivnímu vyzařování a vlhkosti virtuální. V době denního minima teploty jeví však určité zvýšení relativní vlhkosti vzduchu jižní část kotlíku.

Z hlediska ekologického je třeba zdůraznit, že ranní oslunění v západní části kotlíku vede někdy teprve po jedné až dvou hodinách k patrnému poklesu relativní vlhkosti a ke vzniku místního rozdílu vůči ostatním okrajům kotlíku. Naproti tomu se místní rozdíly udržují i jistou dobu potom, když Slunce již pro plochu kotlíku zapadlo. Na setrvačnost kotlíkového mikroklimatu a vlhkostní poměry na západní, ranním sluncem ozařované části velkého kotlíku, upozorníme ještě dále v kapitole o výparnosti.

Nejzřetelnější vlhkostní členění kotlíku B se projevuje za dnů s vyšší atmosférickou vlhkostí. Za takové situace jsou rozdíly mezi osluněnou a zastíněnou částí výraznější než při všeobecně suchém vzduchu.

Střední partie velkého kotlíku vykazují v létě relativní vlhkost vzduchu ráno shodnou s neosluněnými okraji; později dopoledne a odpoledne po dobu přímého ozáření sluncem jsou sušší, nedosahují však nízkých hodnot, jaké panují na osluněných okrajových částech. Ve velké seči nalezl naopak Tomanek (1952) nejnižší vlhkost vzduchu uprostřed mýtiny (vliv přímého oslunění a větší výměny).

Závěry

Vzhledem k problematice srovnávacího měření vlhkosti vzduchu v budkách byl zde z dlouhodobých měření vybrán jen malý úsek dat k charakteristice vlhkostních poměrů. Podrobněji pojednáme o komplexním ukazateli vlhkostního režimu lokality — o výparnosti — v další kapitole.

Z uvedených výsledků dlouhodobých měření relativní vlhkosti uprostřed kotlíků vyplývá, že v souhlase s teplotními poměry je na jaře velký kotlík (do dubna) vcelku vlhčí ve srovnání s kotlíkem malým. Od května do srpna je velký kotlík sušší, v září je vlhkost vyrovnána v přechodu ke stavu za chladného ročního období. Velký kotlík je v celém vegetačním období sušší proti kotlíku malému, zejména přes den, nejvíce v období denního minima relativní vlhkosti vzduchu. Večer, v noci a ráno jsou vlhkostní poměry téměř totožné; podle našich měření je v této době velký kotlík zřetelně vlhčí jen od října do dubna.

Situace je dosti výrazná a v datech z delšího období statisticky prokazatelná za počasí velmi příznivého k vytváření samostatného mikroklimatu (typy 1—3). Za ostatních typů počasí není závislost podle dosavadního získaného materiálu jednoznačná. Poměry jsou pak značně vyrovnané.

Ve velkém kotlíku B nacházíme — pokud je půda v něm přímo ozařována sluncem — členění jednotlivých okrajů také v relativní vlhkosti, i když absolutní rozdíly nejsou velké. Oblast s momentně nejnižší relativní vlhkostí vzduchu postupuje po ploše kotlíku v souhlasu s osluněním. Ráno je však zapotřebí i jedné až dvou hodin svitu Slunce, aby se západní část kotlíku odlišila od ostatních větším poklesem relativní vlhkosti. Toto zpoždění, neprojevující se v teplotě ovzduší, je třeba připsat vlivu vypařující se rosy s povrchu i z nadložní pokrývky.

Nejsušší v průměrných datech jsou ve vegetační době okraje severní až severovýchodní. Absolutní minima jsou však velmi vyrovnaná a vyskytují se ve stejné hodnotě na severní, východní, ba i jižní části velkého kotlíku.

Průkazný rozdíl mezi okraji nebo středem a okraji velkého kotlíku v noci nebyl zjištěn. V rozdílné tvorbě rosy uplatňuje se tedy patrně rozdílné ochlazování povrchu kvantitativně různým efektivním vyzařováním a virtuální vlhkost vzduchu.

6 VÝPARNOST

Otázka výparnosti byla již podrobně zpracována; Slavík (1956) i Slavík-Slavíková-Jeník (1957) uvádějí mnoho cenných podrobností o ekologickém významu výparnosti i o jejím rozložení v kotlíku, jež můžeme my podle výsledků našich měření z některých hledisek vhodně doplnit. Doplňky se budou týkat zejména sezónních změn v rozložení denních sum a denního chodu výparnosti jakož i odchylek vlivem velikosti a odlišného tvaru kotlíkové seče.

Jak bylo řečeno ve stati metodické, byla některá naše měření výparnosti prováděna pouze na mikroklimatických staničkách uprostřed kotlíků, na čtyřech okrajích, jakož i v porostu v místě, kam vliv kotlíkové seče již nezasahoval. Taková měření byla podnikána v roce 1955 jako předběžná. Veškerá měření byla ambulantního typu (12—34 hodin); výška měřiště 30 cm nad povrchem půdy. Měření se konala ve vegetačním období.

Velký kotlík byl proměřován ambulantním způsobem velmi podrobně, aby bylo možno zachytit různorodou výparnost na celé jeho ploše. Výparnost je z ekologického i mikroklimatického hlediska velmi vhodná k vystižení mikroklimaticky velmi rozdílných situací na různých okrajích velkého kotlíku; je rezultátem působení teploty, vlhkosti, pohybu vzduchu

i záření. Její zjišťování v masovém měřítku pomocí Picheho výparoměrů je snadno proveditelné.

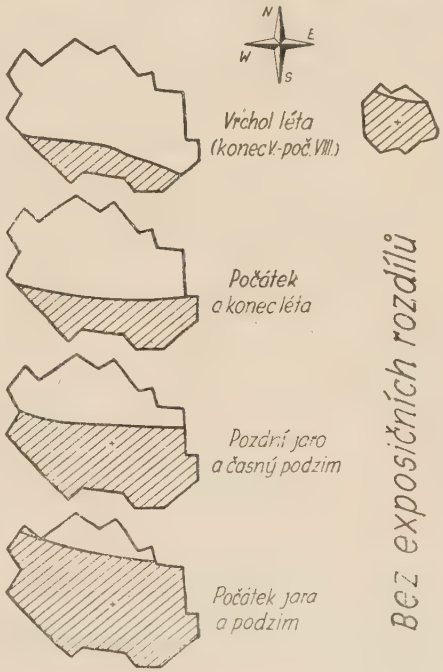
Předběžná měření ukázala, že celkový denní výpar z Picheho výparoměrů je uprostřed malého kotlíku C menší než ve středu velkého eliptického kotlíku B, avšak větší než v porostu. Za počasí méně vhodného k vytváření samostatného mikroklimatu se ovšem rozdíly vyrovnávaly, stejně tak (v ročním průběhu) za nízkého stavu Slunce. Předběžná měření dále ukázala, že rozložení výparnosti je ve velkém kotlíku značně nerovnoměrné a mění se v závislosti na různém ozáření jeho plochy Sluncem během roku. Naproti tomu v malém kotlíku vznikají nevelké místní rozdíly pouze v létě v době nejvyšších stavů Slunce v deklinaci, a to jen na straně severní. Poněvadž rozložení výparnosti na ploše velkého kotlíku bude předmětem podrobnějšího studia v dalších odstavcích, uvedeme zde pouze několik dat z ambulantních měření výparu, týkajících se malého kotlíku. Tak za příznivého počasí činila výparnost v malém kotlíku C v cm^3:

23. července 1955 za 15 hodin:		*22.—23. září 1955 za 34 hodin:*	
uprostřed kotlíku	4,7	uprostřed kotlíku	3,45
na okraji jižním	4,65	na okraji jižním	3,4
na okraji západním . . .	4,7	na okraji západním . . .	3,4
na okraji severním . . .	5,25	na okraji severním . . .	3,5
na okraji východním . . .	4,7	na okraji východním . . .	3,3

Uvedené dva případy představují nejvyhraněnější stav z celé řady měření. Jak je patrno, ani tehdy nevznikají v malém kotlíku velké diference a prakticky vykazuje rozdíl pouze severní okraj na vrcholu léta (12 % na rozdíl od středu).

Na grafu 34 je zachyceno pásmo malého kotlíku, jež se po část roku odlišuje od ostatní plochy zvýšenou výparností. Existence pásma je závislá na přímém ozáření Sluncem. V daném kotlíku je severní okraj (stanice 5A) pod přímým osluněním přibližně od května do počátku srpna (v poledních hodinách). Na oněch místech rovná se výparnost v denním úhrnu oné, již naměříme v jižní části velkého kotlíku asi v polovině vzdálenosti mezi středem a jižním okrajem.

V ostatní části malého kotlíku není výparnost prakticky odlišná od po-



Graf 34. Plocha kotlíku B (velký kotlík) a kotlíku C (malý kotlík), zasahovaná v různých ročních obdobích zvýšenou výparností. Šrafováním je vyznačena oblast výparnosti rovnocenná porostnímu podnebí okolního borového porostu.

Výparnost za noc z 22. na 23. září 1955 v cm³ (20—6 hod., Piche) Tabulka L.

	Střed	W	N	E	S
Velký kotlík B	všude bez výparu				
Malý kotlík C	0,01	0,1	0,15	0,1	0,1
Porost	0,25				
Volná plocha	bez výparu				

měrů v porostu. Soudě podle měření z 30. května (1956), 23. července (1955) a 13. srpna (1955), poloha pásma zvýšené výparnosti se v malém kotlíku během vegetační doby nemění. Denní maximum výparnosti nastává v něm okolo 13. hod. Za nejvyššího stavu Slunce mohou se v maximu vyrovnat momentní hodnoty s vysokými hodnotami osluněných míst kotlíku B; maximum trvá ovšem proti nim jen krátce. Denní suma výparnosti se tedy nevyrovná Sluncem ozářeným okrajům kotlíku B. Mimo uvedené časové rozmezí letního období není v malém kotlíku výparnost rozdílná v ploše.

Předběžná měření nás také informovala o noční výparnosti. Ta je v letní době dosti významným ekologickým ukazatelem. Umožňuje posoudit fysikální složku výparu vody z rostlin v období, kdy se potenciální schopnost atmosféry odebírat vodu zpravidla blíží nule, čímž umožňuje vyrovnávání vodní bilance rostlinstva. Za nocí s tvorbou rosy je výparnost v kotlíku B, i s jeho okraji, nulová. Kotlík C vykazuje již určitou výparnost, malou uprostřed kotlíku, vyšší na okrajích. Za jasného, klidného počasí byla zjištěna největší noční výparnost v porostu. Typickým případem je ambulantní měření 22.—23. září 1955 (tabulka L). V tu noc byla zaznamenána rosa jak na volné ploše, tak na všech místech kotlíku B; nepatrné orosení bylo i uprostřed kotlíku C. Okraj kotlíku C a porost byl bez rosy. Je však třeba říci, že na volné ploše klesá výparnost za příznivého počasí (jasno, klidno) k nule dříve než v kotlících, neboť tam je dříve dosahováno rosného bodu.

Graf 35. Výparnost v kotlíku B (výška 30 cm nad povrchem půdy) podle měření 30. V. 1956 v procentech výparnosti na volné ploše mimo les.

Za méně příznivého počasí (na příklad měření 9.—10. září 1955, 24.—25. května 1956) je výparnost na všech místech přibližně shodná a kolísá podle síly větru mezi 0,1—0,3 cm³/hod. Za takového počasí nemají kotlíky vlivu na výparnost.

Výsledky našich podrobných měření výparnosti na ploše velkého kotlíku B jsou zachyceny

v grafech 35—38. Jde o pozorování dne 30. května, 13. srpna, 6. září a 2. října 1956, která byla vybrána z většího počtu provedených měření.

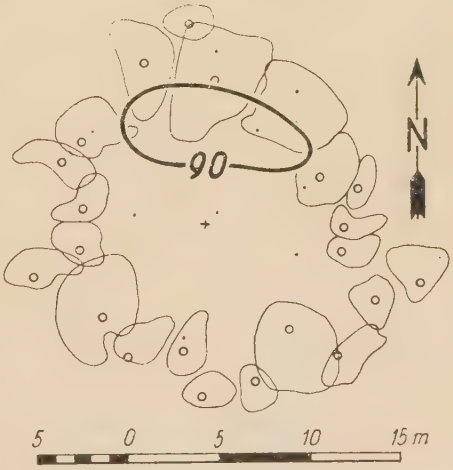
Nejprve si všimněme výparnosti v kotlíku ve srovnání s výparností na volné ploše.

V grafu 35a jsou zachyceny výsledky měření, jež bylo provedeno za ideálních povětrnostních podmínek 30. května 1956. Výsledky byly přepočteny v procentech úhrnné výparnosti téhož dne na volné ploše a zakresleny isočarami na plán kotlíku. Jak bude ukázáno dále srovnáním s jinými měřeními, je toto rozložení výparnosti typické pro letní období od druhé poloviny května do konce července až počátku srpna.

Z grafu 35 je patrno, že ve velkém kotlíku může celková denní výparnost dosáhnout, ba přesáhnout výparnost na volné ploše. V široké oblasti dosahuje výparnost 100 % ve srovnání s volnou plochou a ve větší části severní poloviny přesahuje 110 % (asi do 115 %). Zvýšený výpar je podmíněn jednak vyšší teplotou, jednak také intensivním dlouhovlnným zářením od kmenů na okraji kotlíku a od silně zahřáté půdní pokrývky. Bez vlivu tu zajisté není také reflektované záření od stěny porostu. Povšimněme si také posunutí oblasti 100 % výparnosti k východu. Hranice kotlíkového vlivu, vymezená v daném případě přibližně 90 % výparností, je na severovýchodě a východě posunuta dále do porostu než na severu, severozápadě a západě; část východní a západní strany kotlíku a okraj jižní mají výparnost blízkou, případně rovnou poměrům v porostu (v porostu jsme zjistili 80—85 % výparnosti volné plochy).

Ve vegetačním období před výše uvedeným rozmezím a po něm se oblast největší výparnosti, přesahující výparnost na volné ploše, zmenšuje a soustřeďuje k severnímu okraji. Postupně se také stěhuje k okraji kotlíku tak, jak se výška Slunce v deklinaci zmenšuje. Zato se podstatně rozšiřuje oblast kotlíkového vlivu v porostním lemu, a to na sever a severovýchod od kotlíku. Nízko stojící Slunce proniká nezapláštěnou stěnou dosti hluboko do porostu. Tak v druhé polovině března a září proniká Slunce pod korunami ve 14 hodin až 15 m do porostu na severovýchodní straně kotlíku, což se ovšem musí projevit zvýšeným výparem. Celková menší intenzita slunečního záření nepodporuje však již vznik tak výrazného mikroklimatu jako v létě. Maximální úhrnná denní výparnost překračuje hodnoty volné plochy jen málo (do 5 %).

Ve srovnání s podrobným měřením Slavíkovým (Slavík-Slavíková-Jeník 1957) je třeba říci, že vzhledem k větší velikosti našeho kotlíku (charakteristické číslo pro osu sever-jih [v našem případě 1,12] je u Slavíka asi 0,8)[29]) je oblast vý-



Graf 35a. Výparnost v kotlíku C za těchže okolností jako v grafu 35.

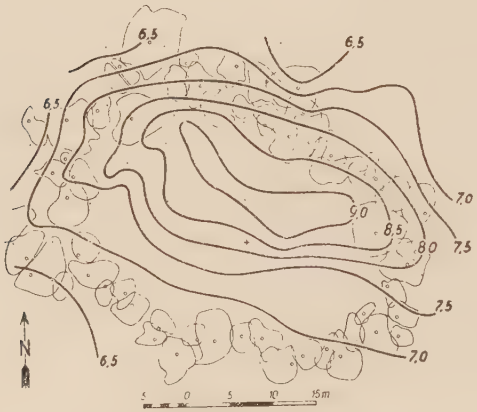
[29]) Odvozeno podle obrazu na straně 28 cit. práce.

parnosti, překračující hodnoty volné plochy, rozsáhlejší a vykazuje zřetelný sezónní posun. V menším kotlíku v listnatém porostu našel Slavík oblast s takovými poměry jen v úzkém pruhu až pod okapem okrajových stromů na severní straně kotlíku. Přesto, že měřil od dubna do října, nezmiňuje se o sezónním posunu; oblast maximální výparnosti zřejmě setrvávala stále pod okapem, nepřemisťujíc se ani hlouběji do kotlíku v létě, ani do porostu na jaře a na podzim. V tomto ohledu je výsledkům Slavíkova měření blízký náš malý kotlík C.

V grafech 35b—38 jsou uvedeny denní úhrny výparnosti z několika vybraných případů během vegetačního období. Na grafech můžeme — kromě absolutních hodnot — sledovat sezónní posun výparnosti ve velkém kotlíku. Grafem 35b z měření dne 30. května 1956 je charakterisována doba letní (od druhé půle května do počátku srpna). Oblast absolutně největší výparnosti leží uvnitř kotlíku v pruhu mezi středem a severním okrajem. Oblast vysoké výparnosti zasahuje přitom větší rozlohou severovýchodní část kotlíku. Na té straně je také nejširší porostní lem ovlivněn kotlíkem.

Poměry v srpnu (a koncem dubna) jsou zachyceny v grafu 36 podle měření z 13. srpna 1956. Maximální výparnost v denním úhrnu je zde zaznamenána zejména na severu. Oproti stavu v předchozím období je patrno, že oblasti maximální výparnosti se plošně zmenšují a stahují směrem k severu. Na jižní a části východní poloviny jsou tytéž poměry jako v porostu, zatím co západní část je více ovlivněna oblastí vysoké výparnosti na severu než v období předcházejícím. K jevu napomáhá orientace os kotlíku, jež jsou poněkud odkloněny ze směru hlavních světových stran. Vliv kotlíku v porostu na severní straně trvá, ba vlivem níže stojícího Slunce se okrajový, kotlíkem ovlivněný porostní lem rozšiřuje.

Graf 37 z pozorování dne 6. září 1956 ukazuje stav počátkem podzimu nebo také počátkem vegetačního období. Oblast maximální výparnosti se stáhla ještě více k severnímu okraji kotlíku a z poloviny je situována již mimo kotlík do okrajového lemu porostu. Východní a jižní část, střed kotlíku a menší podíl západní části vykazují poměry shodné s porostem.

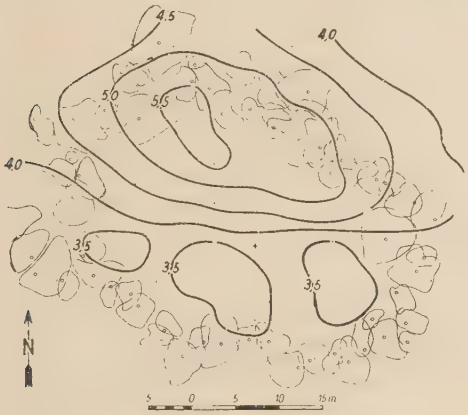


Graf 35b. Výparnost v kotlíku B (v cm³; výška 30 cm) podle měření téhož dne jako u grafů 35, 35a (30. V. 1956). Měřeno od 7 do 19 hodin.

Graf 36. Výparnost v kotlíku B (v cm³; výška 30 cm) podle měření 13. VIII. 1956. Měřeno od 6 do 18 hodin.

Osa souměrnosti obrazu isolinií výparnosti probíhá po severním okraji kotlíku a zřetelně se již odlišuje od směru jeho hlavní osy.

Konečně koncem vegetační doby (a rovněž počátkem března) je oblast maximální výparnosti vysunuta na severu již úplně z kotlíku a prostírá se pouze v okrajovém porostním lemu. Převážná většina kotlíku — s výjimkou několikametrového pruhu při severním okraji — má nízký výpar, shodný s poměry v porostu. Osa souměrnosti obrazu isolinií probíhá zcela mimo kotlík (graf 38 z 2. října 1956).



Graf 37. Výparnost v kotlíku B (v cm³; výška 30 cm) podle měření 6. IX. 1956. Měřeno od 7 do 18 hodin.

Graf 38. Výparnost v kotlíku B (v cm³; výška 30 cm) podle měření 2. X. 1956. Měřeno od 7 do 18 hodin.

Vrátíme se opět k srovnání s výsledky z citované práce Slavíkovy a spolupracovníků. V menším kotlíku přibližně eliptického tvaru bylo v listnatém porostu zjištěno, že maximální výparnost je v průměru všech provedených měření na okraji severozápadním. Poloha mimo osu jih-sever je vysvětlována účinkem ranního oslunění, které podle autorů působí pronikavěji na výpar z Picheho výparoměrů než Slunce odpolední na okraji severovýchodním. Z našich měření, při nichž nepracujeme s hodnotami průměrnými, je patrno, že v letní době nemůžeme přičítat rannímu oslunění onen účinek, o němž jsme se zmínili. V době hlavního rozvoje vegetace se poměr mezi severozápadním a severovýchodním okrajem velkého kotlíku utváří v souhlasu se vztahy známými mezi svahy různých exposic (G e i g e r 1950). Severozápadní okraj kotlíku představuje vlastně svahovou exposici jihovýchodní, osluněnou během dopoledne, okraj severovýchodní svahovou exposici jihozápadní, ozařovanou sluncem odpoledne. V ostatní době vegetační periody je maximum výparnosti situováno v našem případě na severu. Posun největší výparnosti v průměrných hodnotách na severozápad by bylo možno vysvětlit také tím, že v pozorováních zahrnutých do počtu převládala měření z období mimo periodu největší sluneční deklinace, jak tomu také skutečně u citované studie bylo.

Materiál z našich měření svědčí spíše o tom, že ranní slunce se v kotlíku uplatní ve výparnosti méně než později během dne. Srovnáváme-li totiž

oblasti největších hodinových sum výparu z Picheho výparoměrů a plochy v téže době přímo ozářené Sluncem, zjistíme právě v ranních hodinách značné zpožďování výparnosti za osluněním. Toto zpožďování je dobře patrné v létě až do 9 hodin, kdy Slunce ozařuje již velkou plochu na západní polovině kotlíku, zatím co výparnost je zvýšena jen na malém místě těsně u západního okraje, osluněného již po asi dvě hodiny. Později v denních hodinách oblasti přimo osluněné se celkem dobře kryjí s oblastmi zvýšené výparnosti. Až těsně před západem Slunce (pro plochu kotlíku) nastává opět zpoždění výparnosti za Sluncem v tom smyslu, že nově osluněné plochy nevykáží již zvýšenou výparnost.

Uvedená pozorování si vysvětlujeme, kromě slabé intenzity záření nízko stojícího Slunce v době ranní, poukazem na značnou setrvačnost porostního a kotlíkového podnebí a potřebou určité časové lhůty k vysušení povrchu půdy (rosy) i přízemní ovzdušné mikrosféry.

Nepochybujeme však, že i přes to se může uplatnit ranní časné oslunění západních částí kotlíku ekologicky nepříznivě, jak uvádí Slavík v citované práci poukazy na stav virtuální relativní vlhkosti vzhledem k transpirující ploše mladých dřevin.

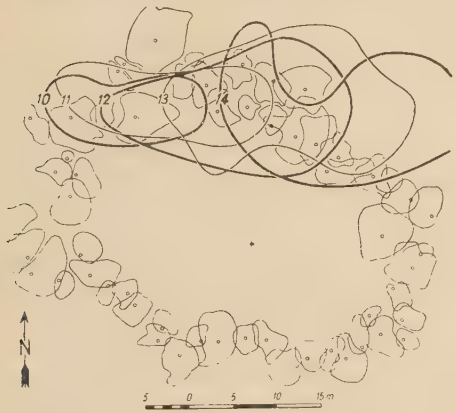
V citované práci je dále konstatováno, že prakticky celá jihovýchodní polovina kotlíku má v průměru výparnost menší než okolní porost. Tento jev jsme při našich měřeních nezjistili. Při předběžných studiích, kdy byla výparnost měřena pouze na stanicích, byl v několika případech zaznamenán nižší úhrnný výpar z přístrojů Picheho na stanici uprostřed velkého kotlíku (stanice č. 12) proti porostu (o 6—18 %). Avšak při podrobných měřeních s velikým počtem výparoměrů jsme nemohli v žádném případě zjistit průkazný pokles denní sumy výparnosti kdekoliv v kotlíku ať velkém či malém ve srovnání s porostem. Jelikož je známa značná nesourodost dat o výparu v porostu, zejména řídkém, nepovažujeme zatím za zcela prokázané, že by střed velkého kotlíku snižoval výparnost proti porostu, byl-li ten stav hodnocen jen podle výsledků z jednoho (na stanici čís. 12) nebo dvou (v porostu) výparoměrů. Při měřeních výparu jsme běžně zjistili v kotlíku nižší hodnoty jen za rosných nocí, jak už bylo řečeno dříve. Toto noční snížení se neprojevilo v úhrnné výparnosti za 24 hodin.

Dosud jsme se zabývali sezónním průběhem denních úhrnů výparnosti. Z ekologického hlediska je ovšem velmi důležité zabývat se také denním průběhem a jeho změnami v čase. K vyšetření denního průběhu výparnosti na ploše velkého kotlíku použijeme opět stejné metody jako dříve: rozboru vybraných měření z různých období vegetační periody. Je pochopitelné, že volíme měření ze situací s příznivým průběhem povětrnosti vzhledem k vytváření výrazného mikroklimatu.

Sluneční svit je, jak známo, činitelem, který hlavně způsobuje mikroklimatické rozlišení míst v kotlíku. Proto v denním chodu výparnosti na rozličných místech kotlíku začínají se objevovat místní rozdíly určitou dobu po ozáření plochy kotlíku Sluncem. Po zmizení Slunce za korunami západního okraje kotlíku mizí opět i místní rozdíly.

K demonstraci a studiu místních rozdílů a jejich denního posunu jsme vyznačili na plánech kotlíku pro každou hodinu vybraných dnů s ambulantním měřením výparnosti ty oblasti, které velikostí výparu z Picheho přístrojů byly zřetelně odlišné od ostatní plochy kotlíku. Jinak řečeno, ohraničili jsme podle hodinových sum výparu z přístrojů, rozmístěných

ve čtvercové síti, plochu se zvýšeným výparem a plochu s výparem více nebo méně shodným s porostem. V grafu 39 je zobrazen výsledek měření dne 2. října 1956. Je patrno, že rozdíly, zasahující pouze úzký pruh na severním okraji kotlíku, trvají jen okolo poledne (mezi 10. a 14. hodinou). Oblast maximálního výparu se pohybuje se Sluncem, při čemž projde jen od severozápadního k severovýchodnímu okraji kotlíku. Na severním okraji zasahuje zvýšená výparnost několik metrů do kotlíku; na severozápadě a severovýchodě se drží jen na samém okraji. Těžiště plochy se



Graf 39. Postup oblasti momentního maxima výparnosti v kotlíku B podle měření 2. X. 1956.

Graf 40. Postup oblasti momentního maxima výparnosti v kotlíku B podle měření 6. IX. 1956.

zvýšenou výparností je mimo kotlík v porostu. Pokud se porostního lemu týká, je nejvíce ovlivněn po poledni; plošný rozsah vlivu kotlíku, projevující se zvýšenou výparností, je největší okolo 12. hodiny.

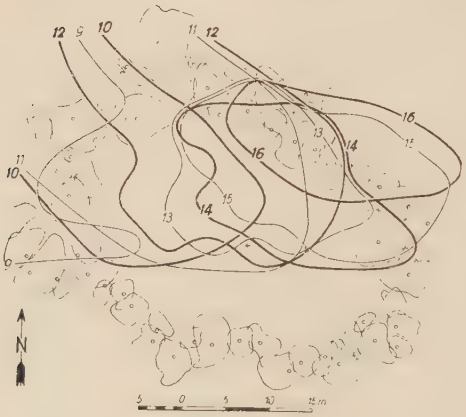
Na jaře nebo na začátku podzimu (graf 40 ze 6. září 1956) vytvářejí se místní rozdíly po 8. hod. a po 16. hod. mizí. Největší výpar má ráno západní okraj kotlíku, celkem však jen na nepatrné ploše při stěně porostu. Mezi 10. a 11. hodinou vykazuje největší výpar severozápad, v poledních hodinách celý okraj na severu (od severozápadu po severovýchod), po 14. hodině již jen úzký pruh na severovýchodě. Vlivem orientace kotlíku (polohou hlavní osy ve směru WNW—ESE) zůstává celá východní část během dne nedotčena zvýšenou výparností. Orientace kotlíku je tedy z hlediska úspor vláhy výhodná; jejím vlivem se zvýšená výparnost po větší část vegetační doby soustřeďuje do severní obliny. Oblast porostní, ovlivněná během dne kotlíkem, je větší než jeho plocha a z celého roku nejrozlehlejší. Momentní rozloha porostního lemu pod vlivem kotlíku je největší okolo poledne. V té době je také zaznamenáván v porostním lemu maximální hodinový výpar z výparoměrů z celé sledované plochy.

Velikost porostní plochy se zvýšeným výparem se neřídí jen poměry podslunění, to jest hloubkou pronikání přímého slunečního svitu. Hluboko pronikající podslunění na podzim (2. října 1956 v poledne 8,5 m do porostu v 10 a 14 hodin 11—15 m na straně proti Slunci) vzhledem k menší intensitě má menší účinek než podslunění při vyšším stavu Slunce (6. září v poledne 7,5 m do porostu, v 10 a 14 hodin 9,5 m na straně proti Slunci).

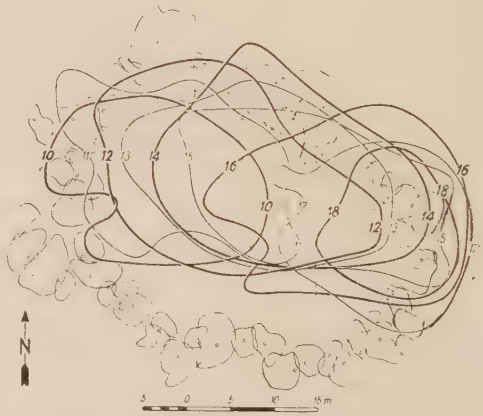
Se zvětšující se deklinací vychází Slunce pro plochu kotlíku stále časněji a zapadá stále později. To má za následek, že ozařuje stále větší plochu kotlíku. V souvislosti s tím mění se také denní chod výparnosti na ploše. Oblasti vysokého výparu v jednotlivých hodinách jsou plošně stále větší a zasahují stále hlouběji jižní polovinu kotlíku. Tak zatím co v časném jaru nebo počátkem podzimu není zvýšení výparnosti během dne zaznamenáno ještě ve středu kotlíku, v dubnu nebo v srpnu již po 10. hodině až do poledne náleží střed k oblastem se zvýšenou výparností (graf 41 z 13. srpna 1956). Ranní maximum zasahuje mezi 8. a 10. hodinou také část jihozápadního okraje, po 13. hodině část východního. V období denního maxima vykazuje největší výparnost strana severní, severovýchodní a částečně východní. Mezi 15. a 16. hodinou se oblast zvýšeného výparu omezuje na severovýchod, kde je půda silně prohřáta. Po 16. hodině se místní rozdíly vyrovnávají. Zvýšeným výparem není zasažena po celý den strana jižní, jihovýchodní, částečně východní a jihozápadní.

Porostní lem je vzhledem k vyššímu postavení Slunce ovlivňován do menší hloubky než dříve, při čemž se mění také denní doba maximálního plošného vlivu kotlíku. Největší plocha porostu je pod vlivem kotlíku v dopoledních hodinách (zvláště mezi 10. a 11. hodinou), a to na západní až severní straně (Slunce nestojí ještě příliš vysoko a svítí ve směru největšího rozměru kotlíku). V době maximálního výparu z výparoměrů zasahuje zvýšení výparu do porostu jen málo, prakticky jen několik metrů na severním a severovýchodním okraji. Maximální hodinové sumy výparu z přístrojů jsou zaznamenány uvnitř kotlíkové plochy a nikoliv již — jako v období předchozím — v porostním lemu. Později odpoledne, po 14. hodině, opět roste plošný rozsah zvýšeného výparu v porostu, a to na straně severovýchodní.

V době okolo nejvyššího ročního stavu Slunce na obloze zůstává ušetřena zvýšené výparnosti po celý den pouze jižní strana s částmi jihozápadního a jihovýchodního okraje (viz také graf 42 a 43 z měření dne 30. května 1956). Místní rozdíly trvají velmi dlouho a mizí až po 18. hodině. Ekolo-

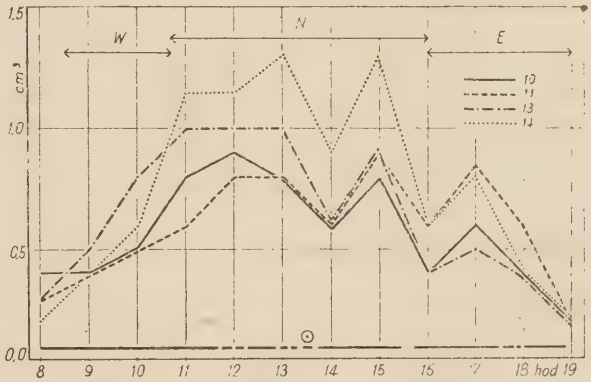


Graf 41. Postup oblasti momentního maxima výparnosti v kotlíku B podle měření 13. VIII. 1956.



Graf 42. Postup oblasti momentního maxima výparnosti v kotlíku B podle měření 30. V. 1956.

gicky velmi významné se nám jeví to, že trvání místních rozdílů se prodlužuje odpoledne, zatím co ráno se rozdíly začínají vytvářet jako dříve až po 8. hodině a výrazné teprve po 9. hodině. Od 10. až po 15. hodinu zasahuje oblast zvýšené výparnosti střed kotlíku. Ráno do 10. hod. vykazuje největší výparnost západní až severozápadní okraj, v poledne široká plocha kotlíku, prakticky větší než polovina, s největší plochou v západní části. V době denního maxima má největší výparnost plocha mezi středem a severním až (zčásti) východním okrajem, absolutně nejvyšší hodinové



Graf 43. Denní průběh výparnosti (v cm³; výška 30 cm) na okrajích kotlíku B podle měření 30. V. 1956. V horní části grafu jsou vyznačeny strany kotlíku s nejvyšší výparností v různé denní době, v dolní části je záznam slunečního svitu podle meteorologické stanice Pokusné plochy na volné ploše.

sumy výparu z přístrojů severovýchodní části kotlíku. Po 15. hodině se oblast zvýšené výparnosti přemisťuje svým těžištěm na severovýchodní a východní část kotlíku a postupně se zmenšuje; v 18 hodin trvá již jen při východním okraji.

Porostní lem, zasažený zvýšenou výparností, je v té době nejužší z celého roku, neboť vysoko stojící Slunce neproniká daleko do porostu. Zůstává omezen na první dvě až tři řady stromů, při čemž nejhlouběji zasahuje odpoledne mezi 15.—17. hodinou na severovýchodní a východní straně kotlíku.

Závěry

Měření výparnosti prohloubilo obraz o mikroklimatu obou typů kotlíků v oboru významného komplexního mikroklimaticko-ekologického ukazatele. Ukázalo zejména roční a denní variabilitu výparnosti na ploše kotlíků. Není možno udávat ten či onen okraj nebo místo v kotlíku jako plochu s největší výparností, není-li zároveň uvedena také roční či denní doba. Průměrná nebo sumární data z delších časových úseků mohou změny v čase zakrývat; jednotlivé měření může při generalisaci vést k nesprávným závěrům.

Jak ukázala naše měření, vykazuje malý kotlík C po převážnou část vegetačního období shodné poměry výparnosti jako porost, bez rozlišení v ploše. Pouze v době nejvyššího stavu Slunce v roce (přibližně v červnu a červenci) odlišuje se severní okraj od ostatní plochy kotlíku vyšší výparností. V denním chodu projevuje se severní okraj jako místo zvýšené výparnosti i v té době pouze okolo poledne. Celková denní suma tam

z výparoměrů odpařené vody rovná se přibližně úhrnu výparu na hranici trvale zastíněné jižní části velkého kotlíku B. Nedosahuje tedy zdaleka hodnot, obvyklých na osluněných částech velkého kotlíku.

Za nocí s rosou nebývá výpar zastaven na rozdíl od volné plochy nebo velkého kotlíku. Je však nižší ve srovnání s porostem, zvláště uprostřed kotlíku. Až na tuto okolnost jeví tedy malý kotlík z dílčího hlediska výparnosti příznivé ekologické poměry.

Velký kotlík B má poměry výparnosti rozdílné v ploše i čase. Utváření těchto rozdílů závisí především na přímém oslunění jeho povrchu. Místa v ročním nebo denním chodu neosluněná mají výparnost shodnou s porostem nebo jen o málo vyšší.

V ročním průběhu putuje oblast zvýšeného výparu v souhlase se změnami sluneční deklinace. Na počátku vegetačního období leží v porostu na sever od kotlíku a jen málo do něj zasahuje. K létu se stěhuje od severu na severovýchod a pochopitelně i hlouběji do kotlíku. Na vrcholu astronomického léta leží místa největší výparnosti v osluněné půli kotlíku mezi jeho středem a severním až severovýchodním okrajem. K podzimu probíhá pochod opačný: oblast maximální výparnosti se plošně zmenšuje, stahuje se k severnímu okraji a konečně úplně přechází z kotlíku do porostního lemu. Od října do března je kotlíkové klima pokud se výparnosti týká přeneseno do severního porostního lemu.

Na schematických obrázcích je znázorněno, které části obou kotlíků mají po celou vegetační dobu poměry výparnosti shodné s porostem, jakož i rozsah plochy zvýšené výparnosti v různých obdobích (viz graf 34).

Denní chod rozložení výparnosti na ploše velkého kotlíku sleduje osluněnou plochu v závislosti na výšce Slunce nad obzorem. Podle roční doby zasahuje menší nebo větší část kotlíku. Na jaře na začátku vegetačního období zabírá pouze úzký pás při severozápadním, severním a severovýchodním okraji. Místní rozdíly trvají při tom krátce jen přes polední hodiny (mezi 10. a 14. hodinou). V pozdější roční době proběhne výrazné momentní maximum výparnosti během dne okraj západní až východní a zasáhne velkou plochu a střed kotlíku; místní rozdíly jsou vyvinuty delší dobu.

V létě trvají místní rozdíly od 8—9 hodin do 18 hodin, v pozdním jaru a časném podzimu do 16 hodin. Dříve než po 8. hodině se výparnost v kotlíku nediferencuje, i když západní okraj je v létě osluněn již před 7. hodinou. Ukazuje se tu setrvačnost nočního kotlíkového mikroklimatu.

V letní době jsou nejvyšší maxima výparu pozorována na severovýchodní části kotlíku v době, kdy Slunce stojí kolmo na tuto porostní stěnu (mezi 13.—15. hodinou).

V závislosti na poměrech oslunění plochy kotlíku je celkový obraz výparnosti excentricky vysunut mimo střed kotlíku, a to v době nejvyššího stavu Slunce k severovýchodu (od poloviny května do počátku srpna), v ostatní části vegetačního období k severu. V literatuře obsažené nálezy o zvýšené výparnosti severozápadního okraje nebyly potvrzeny; oblast zvýšené výparnosti na severovýchodě svědčí o tom, že i v kotlíku platí vztahy, známé z měření svahového (exposičního) klimatu.

Orientace kotlíku s velkou osou pootočenou do směru přibližně WNW—ESE se ukázala být výhodnou k úspoře vláhy, neboť tak se po většinu vegetační doby soustřeďuje zvýšený výpar hlavně do severní obliny.

Podslunění stěn kotlíku umožňuje rozšíření zvýšené výparnosti, charakteristické pro osluněnou část kotlíku, do porostního lemu. Poloha a rozloha takto kotlíkem ovlivněné části porostu se mění rovněž v průběhu dne a roku. U velkého kotlíku v době nízkého stavu Slunce na obloze, prakticky od časného podzimu do pozdního jara, leží nejpronikavěji ovlivněná část porostu na sever od jeho středu a tvoří také největší plochu. V létě se přesunuje na severovýchod od středu a vzhledem k vysoko stojícímu Slunci je rozsahem menší. Kromě léta je v denním průběhu největší plocha porostu pod vlivem velkého kotlíku okolo poledne; v létě v dopoledních a v pozdních odpoledních hodinách. Za nejpronikavější lze označit vliv kotlíku v porostu v pozdním jaru nebo časném podzimu, kdy sluneční záření má značnou intensitu a proniká dosti hluboko do nitra porostu.

V malém kotlíku se podslunění projevuje jen krátce v poledních hodinách v létě.

Z hlediska ekologického je pronikání zvýšené výparnosti do porostního lemu jev nežádoucí. Zejména vysoká výparnost mezi prvními řadami stromů může přispět ke zchudnutí a „vypálení" severních okrajů kotlíku, což ztěžuje obnovu.

Velká plocha eliptického kotlíku B je vystavena vyšším ztrátám vody. Jako ekologicky nepříznivý stav je třeba hodnotit na severní části to, že potenciální schopnost atmosféry odnímat vodu jiným mediím může tu v létě dosahovat větších hodnot než ve volném terénu.

Částečné nevýhody velkého eliptického kotlíku lze zmírnit vhodnou orientací. Vychýlením velké osy ze směru západ—východ ve smyslu ručiček hodinových omezíme ranní oslunění západních částí kotlíku, které může mít ekologicky nepříznivý vliv, a po větší část vegetační doby soustředíme zvýšenou výparnost k severní oblině.

7 ROSA

Rosné poměry v kotlících, v porostu a na volné ploše mimo les probereme postupně jednak po stránce kvalitativní (počet dnů s rosou), jednak po stránce kvantitativní (množství vody z rosy).

7.1 Měření dlouhodobé

7.1.1 Pozorování kvalitativní

Při kvalitativním měření jde pouze o přítomnost nebo nepřítomnost orosení bez ohledu na množství rosy. V údajích se přidržujeme dat, získaných Duvdevaniho rosoměry. Kritické zhodnocení funkce těchto jednoduchých pomůcek jsme již podali na jiném místě (K r e č m e r 1958b), kde jsme doložili jejich nevhodnost pro staniční síťové pozorování (proti vývodům na příklad G i l e a d a a R o s e n a n a — 1954), avšak přípustnost při měřeních mikroklimatologického charakteru.

Měření v Bědovicích na volné ploše u meteorologické stanice ukázala, že běžná okulární metoda[30]) zachytí mnohem více dní s rosou než měření

[30]) Pečlivě prováděné pozorování je samozřejmým požadavkem. Někdy, zejména v létě, je nedostatečné provádět pozorování rosy jen ve dvou termínech (7 a 21 hodin), jak upozorňuje již T o l s k i j (1916).

Počet dní s rosou (duben—říjen 1955/1956) Tabulka LI.

		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Σ	%
Volná plocha . .	1955	3	11	8	9	17	16	11	75	
	1956	1	17	5	10	11	19	8	71	
									146	100
Kotlík B	1955	4	5	8	9	15	17	12	70	
	1956	5	10	3	10	8	20	11	67	
									137	94

rosoměrem Duvdevaniho, prováděná podle usancí síťových staničních pozorování.

Přes uvedené nedostatky setrvali jsme při kvalitativním srovnávání rosných poměrů u metody Duvdevaniho; kvalitativní okulární pozorování rosy se snadno provádí na trávě, jíž je porostlé okolí meteorologické stanice na volné ploše, avšak velice obtížně by se rosa sledovala na povrchu surového humusu a nízké rostlinné pokrývky mechů a lišejníků v kotlících a v porostu.

Z výsledků našich měření uvedeme nejprve četnost dní s rosou[31]) ve výši 30 cm nad povrchem půdy na volné ploše (meteorologická stanice) a uprostřed velkého eliptického kotlíku B (stanice 12). Data jsou uvedena v tabulce LI.

Podle poznatků, uvedených v cit. práci (Krečmer l. c.) lze říci, že absolutní počet dnů s rosou v kotlících i na volné ploše je větší než udávají uvedené záznamy podle rosoměrů. Ochuzení dat jde na účet především ros slabých, u nichž jsou data Duvdevaniho rosoměrného přístroje zkreslována velmi značně. Tak ve dnech s intensitou orosení podle okulárního odhadu[32]) na volné ploše v 7 hodin

	00	0	1	2	3
v počtu	0	27	58	79	26

byla zaznamenána rosa na rosoměru meteorologické stanice ve výšce 30 cm nad zemí v

	0	5	36	79	26

případech.

Při srovnání volné plochy a středu kotlíku B lze pozorovat, že rozdíly ve frekvenci orosení nejsou příliš výrazné. Označíme-li počet dnů s ranním záznamem orosení na volné ploše v celku jako 100 %, dosahuje četnost orosení uprostřed kotlíku B asi 94 %.

Podrobné pozorovací záznamy umožňují učinit si bližší představu o výskytu a příčinách rozdílů. Větší počet dnů s rosou uprostřed kotlíku B v dubnu a částečně v květnu i na podzim v září a říjnu je vesměs způsobován tím, že na volné ploše bývá v té době ráno tuhý kondensát (hlavně

[31]) V dalším pod pojmem „den s rosou" rozuměj den s rosou v 7 hodin.

[32]) Stupně intensity orosení byly stanoveny od velmi slabé rosy (00), kdy je rosa patrna jen jako slabě navlhlý trávník při pečlivém dotyku, po velmi silnou (3) s trávníkem úplně mokrým, se slévajícími se kapkami. Okulárnímu pozorování rosy byla věnována velká péče vzhledem k metodickému šetření o Duvdevaniho rosoměrech, aby byly vyloučeny nesrovnalosti, jež okulární metodě vytýká Hellmann (1925).

Tabulka LII.

Počet dní s rosou na volné ploše, když nebyla zaznamenána rosa též v kotlíku B (duben až říjen 1955/1956)

Typ počasí	1	2	3	4	5	6	7	8
v den a noc předcházející . .	2	2	1	2	2	6	4	7
téhož dne	2	1	0	2	1	8	1	11

jíní), zatímco se v kotlíku tvoří kapalná rosa. V kotlíku byla zaznamenána kapalná rosa v 17 případech (1955—1956), kdy na volné ploše byly tuhé kondensáty. Tento rozdíl mezi kotlíkem a volnou plochou dokresluje obraz o teplotních poměrech v kotlíku v období minimálních teplot, kdy je kotlík teplejší než volná plocha. V ostatních měsících teplého půlroku, od května do srpna, je dnů s rosou stejný počet uprostřed kotlíku B a na volné ploše anebo — a to častěji — zaznamenává střed kotlíku menší počet rosných dnů proti volné ploše. Za dva roky rosoměrných pozorování vykázala volná plocha ve 26 dnech orosení, které nebylo zaznamenáno v kotlíku B. Rozdíl 26 případů orosení je ekologické minus kotlíku oproti volné ploše.

Abychom mohli posoudit váhu toho rozdílu, je zapotřebí se podívat na podmínky, za nichž se objevují rozdíly ve výskytu rosy v neprospěch kotlíku. Proto jsme především sledovali typy počasí v den a noc předcházející měření rosy a typy počasí téhož dne. Ukázalo se, že větší počet diferencí v neprospěch kotlíku B nastává za počasí zataženého, se srážkami, nebo za silně rušeného radiačního počasí (viz tab. LII). Zejména v případech, které se vyskytly za radiačně příznivého počasí (typ 1—4), jde na volné ploše vesměs o velmi slabé rosy. Vůbec pokud se týká množství, převládají tyto případy nevýhody na straně kotlíku při slabých až mírných rosách na volné ploše, to jest zejména při stupních 1—3 Duvdevaniho stupnice. Je to patrné z přehledu množství srážek z rosy na volné ploše ve dnech, kdy nebyla zároveň pozorována rosa v kotlíku B:

volná plocha, množství srážek z rosy v mm

	≦ 0,03	0,04—0,06	0,07—0,09	0,10—0,12	0,13—0,15	≧ 0,16
počet dní bez rosy v kotlíku	1	11	8	1	4	1

Z uvedených skutečností můžeme shrnout, že velký kotlík B zůstává bez rosy v protikladu k volné ploše zejména za radiačně méně příznivého až nepříznivého počasí a za slabých ros, tedy v případech ekologicky málo významných.

Pokud se týká středu malého kotlíku C, pozorování v letech 1955—1956 ukázala, že stanička 3A vykazuje jen 65,1 % rosných dnů proti volné ploše, a 69,3 % proti středu kotlíku B. Snížení počtu dní s rosou jde opět na účet případů slabých a mírných ros, jak je patrné z přehledu:

střed kotlíku B, množství srážek z rosy v mm

	≦ 0,03	0,04—0,06	0,07—0,09	≧ 0,10
počet dní bez rosy v kotlíku C	9	14	11	1

Jak ukážeme dále, nastává většina diferencí v orosení mezi středy velkého a malého kotlíku v neprospěch posledního za počasí příznivého, tedy nikoliv za počasí méně příznivého či nepříznivého, jak tomu bylo při rozdílech mezi volnou plochou a středem velkého kotlíku B. Rozdíly v orosení mezi velkým a malým kotlíkem mají tedy značnou váhu z hlediska ekologického.

Vztah mezi výskytem rosy a typem počasí je natolik zajímavý, že mu věnujeme několik dalších odstavců.

Sestavíme-li přehled o výskytu rosy v 7 hodin podle typů počasí, významných pro vznik výrazného mikroklimatu (viz tabulku LIII), vidíme, že

Tabulka LIII.

Výskyt rosy podle typů počasí (IV—X 1955—56)

Typ počasí v den a noc předcházející měření rosy	1	2	3	4	5	6	7	8
absolutní četnost dnů . . .	28	25	18	44	16	97	34	166
relativní četnost dnů s rosou uprostřed kotlíku B (st. 12) %	64	76	56	68	31	33	35	7
relativní četnost dnů s rosou uprostřed kotlíku C (st. 3A) %	39	52	39	48	31	26	29	4
relativní četnost dnů s rosou na volné ploše % . . .	61	76	56	61	44	36	47	9

relativní zastoupení dnů s rosou podle typů zůstává rámcově shodné jak na volné ploše, tak uprostřed obou kotlíků. Na všech třech místech je nejrosnějším typem příznivé radiační počasí (typ 2), za nímž následuje počasí vyzařovací (s jasnou nocí, typ 4), pak zvlášť příznivé radiační počasí (typ 1) a konečně počasí převážně vzařovací (s oblačnou nocí, typ 3). V pořadí typů počasí podle výskytu rosy je nápadné, že největší relativní četnost orosení není zaznamenána u prvního typu počasí, který má nejpříznivější radiační podmínky po celý den i noc, nýbrž, že tento typ je odsunut až na třetí místo za počasí s jasnou nocí po oblačném dni. Jak ukázal další průzkum, bývá zvlášť příznivé radiační počasí obvykle dosti suché. Tak průměrná denní relativní vlhkost vzduchu činila v letním období (6. červen až 1. září) let 1955 a 1956 podle měření meteorologické stanice v Bědovicích ve dnech zvlášť příznivého radiačního počasí (typ 1) 70 %, ve dnech s příznivým radiačním počasím (typ 2) 75 %.

K podobnému výsledku jsme došli také při rozdělení výskytu orosení podle noční oblačnosti. Nemůžeme proto souhlasit s běžně rozšířeným názorem, že ideálním případem pro tvorbu rosy je bezoblačné počasí (B o u š k o v á 1954).[33])

Závislost výskytu orosení na typech počasí — uvažujeme tu logicky počasí v den a noc předcházející měření rosy — je velice úzká. Svědčí o tom matematicko-statistické šetření, které jsme provedli pomocí jednoduché kontingenční tabulky a veličiny χ^2.

[33]) Přitom však jmenovaná autorka ve své práci uvádí výsledky souhlasící s našimi (při oblačnosti, nepřesahující ani v 21, ani v 7 hodin dvě desetiny, je rosení méně časté než při oblačnosti 3—7 desetin).

Veličina χ^2 byla počítána ze vztahu

$$\chi^2 \approx \frac{1}{p \,.\, (p-1)} \,.\, (a_{1x1}\, p_1 + a_{1x2}\, p_2 + \ldots a_{1x8}\, p_8),$$

při čemž

$$p = \frac{n_{k1}}{n}, \quad p_1 = \frac{a_{1x1}}{n_{i1}}, \ldots\ldots, p_8 = \frac{a_{1x8}}{n_{i8}}$$

a dále $f = r_2 - 1.$

Ve vzorcích značí n rozsah souboru,
n_i součty sloupců tabulky,
n_k součty řádek tabulky,
a_{1x} hodnoty prvního rozdělení pro x-tý typ počasí,
f počet stupňů volnosti,
r_2 počet sloupců tabulky.

Poněvadž zjištěná hodnota $\chi^2 = 313{,}2$ je podstatně větší než dokonce 0.05 % hladina významnosti při 7 stupních volnosti ($a_{0.0005} = 26{,}0$), je nutno zamítnout hypothesu, že není vztah mezi výskytem orosení a typy počasí. Naopak tento vztah je velmi těsný jak na volné ploše, tak i uprostřed kotlíku B. Skupinu prvých čtyř typů počasí nazveme počasím příznivým k tvorbě rosy, jak nás k tomu opravňuje i náhlý skok v relativním zastoupení rosných dnů u dalších typů počasí 5—8. Pak můžeme konstatovat, že ve srovnání s volnou plochou se za počasí příznivého tvorbě rosy rosný režim velkého kotlíku B kvalitativně nemění; relativní četnost dnů s rosou zůstává při stejných typech počasí prakticky táž. Zřetelný pokles hodnot relativního výskytu rosy se projevuje u počasí ostatních typů — počasí nepříznivého tvorbě rosy — to jest zejména u mírně rušeného radiačního počasí, počasí silně oblačného až zataženého a ovšem u počasí srážkového.

V malém kotlíku C pozorujeme odlišnou kvalitativní změnu v rosném režimu; zatím co relativní výskyt rosy u typů nepříznivého počasí se mění ve srovnání se středem kotlíku B jen nepatrně dalším malým poklesem, zmenšuje se podstatně poměrná četnost výskytu rosy za počasí příznivého její tvorbě.

Tyto poměry odpovídají mikroklimatickým zákonitostem a dokládají je z hlediska nikoliv obvyklého. Za povětrnostních podmínek, dovolujících vznik výrazných časových a místních mikroklimatických rozdílů (typy počasí 1—4) tvoří se rosa nejčastěji a vznikají také maximální místní rozdíly ve frekvenci orosení mezi středy obou kotlíků. Střed kotlíku B nezůstává pozadu za volnou plochou v tvorbě kapalné rosy přes omezené vyzařování či lépe právě díky jemu. Vyzařování je totiž zřejmě sníženo v té míře, že podmínky pro tvorbu rosy příliš nezhoršuje, na druhé straně brání rychlému vychládání kotlíků za nocí s mrazíky na volné ploše. Pozorovatelné malé nadlepšení relativního výskytu rosy za typů počasí 1—4 pochází právě z nocí s mrazíky, kdy se na volné ploše tvořilo jíní.

Za typů počasí, které nedovolují vznik ani výrazného denního chodu prvků ani výrazných mikroklimat (typu 5—8), je tvorba rosy podstatně omezena a její frekvence v obou kotlících velmi vyrovnaná; také rozdíly proti volné ploše jsou malé. Častější výskyt rosy za těchto podmínek na volné ploše proti kotlíkovým sečím je podmíněn patrně tím, že se celkově malá diference v radiačních podmínkách přece jen uplatní dík travnímu pokryvu volné plochy, jenž — jak známo — výdejem vlhkosti a isolačním vlivem usnadňuje vznik podmínek pro kondensaci.

Tabulka LIV.

Četnost dní s rosou (duben až říjen 1955—56)

	Volná plocha	Střed kotlíku		Okraje kotlíku B			
		B	C	W	N	E	S
Absolutní četnost dnů	146	137	95	128	118	120	123
Relativní četnost %	100	93,8	65,1	87,7	80,8	82,2	84,2

Čtyři hlavní okraje velkého kotlíku B mají proti jeho středu počet dnů s rosou zmenšen, avšak nikoliv v té míře jako střed malého kotlíku C. Souhrnný přehled všech míst je podán níže (tabulka LIV). Jak je patrno, je četnost dnů s rosou na okrajích velkého kotlíku B asi o 10 % menší než v jeho středu.

Rozdíly v počtu dní s rosou mezi jednotlivými okraji kotlíku B jsou velmi malé, prakticky zanedbatelné. Podmínky k rosení jsou tedy v celém okrajovém pásu velkého kotlíku přibližně shodné.

Okraje malého kotlíku C nebyly proměřovány dlouhodobým způsobem. Na základě ambulantních měření a příležitostných okulárních pozorování při každodenním mikroklimatickém měření lze říci, že tam bývá měřitelná, velmi slabá rosa jen za nejintensivnějších rosení na volné ploše a uprostřed obou kotlíků. Jinak lze občas pozorovat slabé, neměřitelné ovlhnutí rosoměrů, které jsme označovali jako stopy rosy. Bude o tom ještě zmínka při pojednání o ambulantních rosoměrných pozorováních. Četnost orosení okrajů kotlíku C se hodně přibližuje poměrům v porostu.

7.1.2 Pozorování kvantitativní

Pokud se týká množství vody z rosy, nedává Duvdevaniho metoda v dlouhodobém měření absolutní výsledky, a to z těchže důvodů, jak byly uvedeny u pozorování kvalitativního. Zůstává ovšem zachována srovnávací hodnota měření.

Získaná kvantitativní data jsou obsažena v tabulce LV, srovnána podle let, měsíců a míst. Z tabulky plyne, že množství rosy je na volné ploše téměř vždy větší než uprostřed kotlíků. Výjimky jsou způsobeny větším počtem dnů s tvorbou jíní na volné ploše (v dubnu a říjnu 1956), a tudíž neznamenají vlastně úbytek kondensační vody v neprospěch volné plochy. Označíme-li průměrné množství rosy, změřené ve 30 cm nad povrchem půdy uprostřed kotlíku B (stanička 12) v období duben až říjen 1955/1956, za 100 %, dostaneme tento obraz o rozložení rosy pro ostatní místa:

volná plocha	okraje kotlíku B				střed kotlíku C	porost
	W	N	E	S		
176	70	70	68	78	34	4

Střed kotlíku B má proti volné ploše při stejné rosnosti podstatně menší množství vody z rosy, tedy jednotlivé rosy jsou slabší. Není tedy správný dosti rozšířený názor, že by kotlíková seč vždy zvyšovala tvorbu rosy proti volnému terénu. Tento názor nebyl zakořeněn pouze v lesnické

Množství srážek z rosy v mm Tabulka LV.
(Duvdevaniho rosoměr, výška 30 cm, měřeno v 7 hod. ráno)

Měsíc	Rok	Volná plocha	Staničky					
			12	10	11	13	14	3A
duben	1955	0,246	0,220	0,165	0,140	0,185	0,135	0,120
	1956	0,170	0,420	0,355	0,290	0,265	0,270	0,160
květen	1955	0,830	0,315	0,205	0,160	0,190	0,200	0,135
	1956	1,820	0,520	0,450	0,370	0,310	0,355	0,140
červen	1955	0,745	0,420	0,330	0,340	0,325	0,355	0,150
	1956	0,420	0,200	0,170	0,165	0,165	0,165	0,035
červenec . . .	1955	1,240	0,860	0,605	0,575	0,575	0,560	0,300
	1956	1,340	0,720	0,595	0,525	0,530	0,555	0,145
srpen	1955	2,310	1,360	1,005	0,805	0,875	0,845	0,435
	1956	1,360	0,600	0,435	0,395	0,375	0,420	0,155
září	1955	2,200	1,290	0,935	0,745	0,745	0,805	0,475
	1956	2,730	1,470	1,075	1,035	1,005	0,990	0,475
říjen	1955	1,975	1,495	1,205	1,035	1,145	1,120	0,705
	1956	1,260	1,305	1,180	1,050	1,095	1,090	0,605

praxi. Na příklad i Hamberg (1885) píše, že na světlinách (velikost ?) pozoroval silnější orosení než v bezlesí; přičítal to větrem nerušeným účinkům vyzařování. Taková nepřesná pozorování byla pak — jak se v lesnictví často dělo — nevhodně generalisována.

Střed kotlíku má z jeho plochy rosy nejvíce. Okraje kotlíku B jsou i v množství rosy mezi sebou vyrovnané až na stinnou jižní stranu, která vykazuje větší množství rosy než ostatní okraje, díky tomu, že je ráno ve vegetační době často místem nejnižších teplot v kotlíku. Velmi podstatně je omezeno množství rosy uprostřed malého kotlíku C, a to na třetinu množství ve středu kotlíku B.

V porostu je rosy nepatrně, v průměru jen 4 % množství ve středu kotlíku B; měsíční sumy vody z rosy dosahují pouze na podzim v říjnu přes 10 %. Tyto naše výsledky jsou podstatně menší než zjistil Gaevskij (cit. podle Nebol'sina 1945) v borových porostech leningradské oblasti (28—45 % množství, naměřeného na polaně; používal Leickových destiček).

Relativně největší množství vody z rosy v poměru k množství vertikálních srážek (100 %) kolísá pochopitelně velmi silně měsíc od měsíce a rok od roku podle chodu srážek. Na volné ploše byl v letech 1955/1956 zaznamenán rozkyv v měsíčních relativních množstvích rosy od 0,2 do 13,4 %, uprostřed kotlíku B od 0,5 do 10,2 %, uprostřed kotlíku C od 0,2 do 5,2 % množství vertikálních srážek na tom kterém místě. Podíl rosy na srážkách tedy klesá se zmenšujícími se rozměry kotlíku.

Ve srovnání se srážkami celé vegetační periody od dubna do října představuje množství vody z rosy v r. 1955 1,9 % a v r. 1956 2,2 % srážek na volné ploše (srážky byly 480 a 441 mm). To souhlasí s údaji, získanými Duvdevaniho rosoměry u nás (viz Bouška ová 1954, Krhounek 1956).

Relativní četnost množství rosy Tabulka LVI.
(duben až říjen 1955 a 1956)

Třída mm	Volná plocha	Střed kotlíku		Okraj kotlíku B			
		B	C	W	N	E	S
≦ 0,03	2,0	10,9	51,7	14,8	15,2	15,8	13,8
0,04—0,06	13,0	25,5	38,9	53,9	50,8	51,7	36,5
0,07—0,09	19,9	37,2	6,3	21,9	22,0	20,8	32,7
0,10—0,12	17,9	9,5	1,1	2,3	3,5	4,2	8,9
0,13—0,15	19,9	9,5	1,0	3,9	5,1	5,0	4,9
0,16—0,18	17,1	5,8	1,0	2,3	3,4	1,7	3,2
0,19—0,21	6,8	0,9	—	0,9	—	0,8	—
> 0,21	3,4	0,7	—	—	—	—	—

Jednotlivá místa vykazují nejen rozličný počet dní s rosou, ale také různé frekvence jejího množství. Podle dat z měření Duvdevaniho rosoměry, uvedených níže v tabulce LVI, jeví volná plocha dvouvrcholovou křivku četností se shodnými maximy výskytu ros mírných (0,07—0,09 mm, stupeň 3b—4a Duvdevaniho stupnice) a středně silných (0,13—0,15 mm, 5a—5b). Četnost výskytu ros od 0,07 do 0,18 mm za noc je vůbec nepříliš rozdílná. Uprostřed velkého kotlíku B je frekvenční polygon změněn: i když maximum zůstává ve stejné třídě orosení (0,07—0,09 mm 3b—4a), směrem k větším rosám četnost výskytu prudce klesá pod 10 %; zato vzrůstá na dvojnásobek četnost slabých a na pětinásobek velmi slabých ros. Na okrajích velkého kotlíku se maximum četností přesouvá o jednu třídu níže k rosám slabým (0,04—0,06 mm), které na severním, východním a západním okraji představují o něco více než polovinu všech případů orosení. Jižní část kotlíku má poněkud odlišný charakter. Největší frekvence množství rosy jsou tam celkem rovnoměrně rozloženy ve dvou třídách; maximum je sice ve třídě ros slabých jako u ostatních okrajů, avšak počet případů ros středních je zvýšen o dobrou polovinu. U stinného okraje kotlíku B se tedy vliv nižší ranní teploty ve vegetační době neprojevuje jen ve zvýšeném počtu dní s ranním orosením, ale i v množství vody z rosy.

Střed malého kotlíku C vykazuje největší četnost orosení ve třídě nejslabších ros (do 0,03 mm). Rosa střední síly od 0,1 mm výše za noc je tam již velkou výjimkou.

U kvalitativního pozorování rosy jsme zjistili jasný vztah rosy k typu počasí. Je třeba ještě zjistit, zda existuje také vztah mezi množstvím rosy a typem počasí. Z tabulky průměrného množství rosy za různých typů počasí je patrno, že podstatných rozdílů tu není (tabulka LVII). Průměrné množství vody z rosy na volné ploše se pohybuje při všech typech mezi 0,12 a 0,13 mm vody, uprostřed kotlíku B kolísá mezi 0,075 a 0,095 mm za noc s rosou. Rozdíly v průměrných hodnotách jsou tedy nepatrné a maximální amplituda činí jen jeden stupeň Duvdevaniho stupnice.

Na volné ploše můžeme zjistit nepatrné nadlepšení v množství rosy za 2. a 4. typu počasí. Jak bylo již dříve řečeno, vykazují ony dva typy také největší výskyt rosy. V kotlíku B naopak množství rosy stoupá od příznivého počasí k nepříznivému; typy 7 a 8 (počasí silně oblačné až zatažené

Tabulka LVII.

Průměrné množství srážek z rosy v mm za noc s rosou podle typů počasí (duben až říjen 1955 a 1956)

Typ počasí v den a noc předcházející měření rosy	1	2	3	4	5	6	7	8	Průměr
Volná plocha	0,121	0,134	0,124	0,134	0,131	0,119	0,124	0,129	0,127
Střed kotlíku B . . .	0,077	0,078	0,080	0,075	0,090	0,081	0,094	0,095	0,084

a počasí srážkové) vykazují největší průměrné množství rosy. Tento vzestup je na první pohled překvapující, neboť bychom spíše čekali opačný průběh.

Naznačenému průběhu odpovídá však další zjištěná skutečnost. Při rozboru četností kvantity orosení za krajních typů počasí — počasí velmi příznivého a velmi nepříznivého vzhledem k poměrům radiačním — se ukázalo (tabulka LVIII), že uprostřed kotlíku B se objevuje za velmi nepříznivého

Tabulka LVIII.

Relativní podíl tříd orosení v mm podle krajních typů počasí (duben až říjen 1955 a 1956)

Typ počasí	1 a 2		7 a 8	
Třída, mm	volná plocha	střed kotlíku B	volná plocha	střed kotlíku B
$\leq$ 0,06	14,3	38,9	19,3	30,5
0,07—0,12	22,9	55,5	41,9	43,3
0,13—0,18	54,3	5,6	22,6	21,7
$\geq$ 0,19	8,5	0	16,2	4,4
Σ %	100,0	100,0	100,0	100,0

počasí relativně vyšší podíl silných ros proti počasí velmi příznivému. Na volné ploše je za velmi nepříznivého počasí relativně větší podíl ros slabších; kromě toho se jeví zvýšení podílu též u ros nejsilnějších.

Poněvadž však rozdíly mezi typy počasí jsou nevýrazné, přezkoušeli jsme vztah mezi množstvím rosy a typem počasí matematicko-statistickou metodou. Volili jsme opět test hypothesy o vzájemné nezávislosti množství rosy a typu počasí s využitím veličiny χ^2, a to pro volnou plochu i pro střed kotlíku B (použitý vzorec viz str. 95).

Výsledky testování ukázaly, že na volné ploše testovanou hypothesu zamítáme pouze při mezi spolehlivosti P = 70 %, což je nedostačující k odmítnutí hypothesy ($\chi^2 = 43{,}8$ při f = 49). Lze tedy předpokládat, že mezi uvažovanými veličinami — množstvím rosy a typem počasí — není žádný statisticky průkazný vztah.

Pro střed kotlíku B zamítáme hypothesu o nezávislosti množství rosy a typu počasí při mezi spolehlivosti P = 88 % ($\chi^2 = 53{,}6$ při f = 42). Zde tedy není rovněž splněna formálně předpisovaná hladina významnosti

($a_{0,i}$ = 54,1). Vzhledem k výše uvedenému rozboru můžeme však logicky určitý vztah připustit. K definitivnímu závěru bylo by třeba podrobit statistickému rozboru obsáhlejší materiál.

Ke studiu vztahu mezi množstvím rosy a typy počasí je třeba podotknout, že typy jsou vymezeny povšechným způsobem bez speciálního ohledu na kvantitu faktorů, rozhodných pro tvorbu rosy. Je třeba uvážit, že kriteria pro stanovení typů jsou také dosti hrubá. Zejména nemůže být zcela správně postižen skutečný průběh oblačnosti během noci i s respektováním druhu oblak. Přitom je tvorba rosy velmi citlivá na stav meteorologických prvků, jak o tom svědčí dosud vyvinuté rovnice pro výpočty, či lépe odhady množství rosy (Hofmann 1955, Neumann 1956). Neumann (l. c.) rozvinul rovnici z fysikálních úvah o turbulentní difusi vodních par v takové formě, že umožňuje odhad orosení podle dat běžné meteorologické stanice. Ve své studii uvádí dva příklady výpočtu. Změníme-li v jím uváděném příkladě z července pouze rychlost větru ve 200 cm nad půdou o jeden metr.sec^{-1} (ze 125 na 225 cm.sec^{-1}), změní se výsledek z původních 0,015 mm.h^{-1} na 0,03 mm.h^{-1} rosy. Při osmihodinové tvorbě rosy v letní noci to znamená značný kvantitativní rozdíl; pro typ počasí je však taková změna v rychlosti vzdušného proudění bez významu.

Uvážíme-li všechny dosud uvedené skutečnosti o závislosti množství rosy na typu počasí, můžeme říci, že obecně nemají typy počasí valného vztahu ke kvantu vytvořené rosy. Vztah, naznačený v kotlíku B rozborem průměrných hodnot a četností a do jisté míry podepřený statistickou pravděpodobností je zřejmě navoděn činitelem, který umožňuje bohatou tvorbu rosy za velmi nepříznivého typu počasí. Projevuje se i na volné ploše ve zvýšené četnosti nejsilnějších ros za velmi nepříznivého počasí. Tohoto činitele spatřujeme v mlhách, které vyrovnávají mezi volnou plochou a kotlíkem množství vody, usazené na rosoměrech. Zároveň jsou při nich zaznamenány nejsilnější rosy (obvykle od 0,17 mm výše). Poněvadž za nepříznivého počasí jeví kotlík úbytek dnů s rosou ve srovnání s volnou plochou — a to v oboru ros slabých — vyplývá z toho větší váha bohatých ros, která je patrná i v průměrech.[34])

7.2 Měření ambulantní

Z nárazových ambulantních měření probereme několik typických případů, na nichž zpřesníme a potvrdíme obraz o tvorbě rosy v kotlících, získaný v předchozích odstavcích.

Měření provedené ve dnech 5. a 6. září 1956 ukazuje nám bližší podrobnosti rozložení rosy na půdě kotlíku B (viz graf 44). Toto měření bylo provedeno rosoměry, umístěnými ve výšce 10 cm nad povrchem půdy tak, aby byla zachycena ovzdušná vrstva biosféry semenáčků a mladých sazenic dřevin. Kromě obvyklých měřišť uprostřed kotlíku a na čtyřech okrajích

---

[34]) Srážky z mlhy, které se na rosoměr ukládají zároveň s tvořícími se rosnými krůpěji, nelze rozlišit. Dostaví-li se na příklad po rosné noci k ránu radiační mlha, třeba jen přízemní, začne obraz orosení na rosoměru rychle přecházet na vzhled ros silnějších. Zmizí-li mlha před termínem čtení, nelze její vliv rozpoznat, pokud z mlhy nepřibylo tolik vody, že se původní kapky roztekly. Fysikálně nelze směšovat srážky z rosy a z mlhy, ekologicky však nemá přísné rozlišování žádný význam. Příklad vlivu ranní mlhy na průběh rosení viz v grafu v práci Krečmerově (Krečmer 1951).

byly rosoměry ve velkém kotlíku B instalovány také v poloviční vzdálenosti mezi středem kotlíku a okrajovými stanicemi (staničky, označené 10, 11, 13, 14B) a pod okrajovým pásem okolního porostu (staničky 10, 11, 13, 14A).

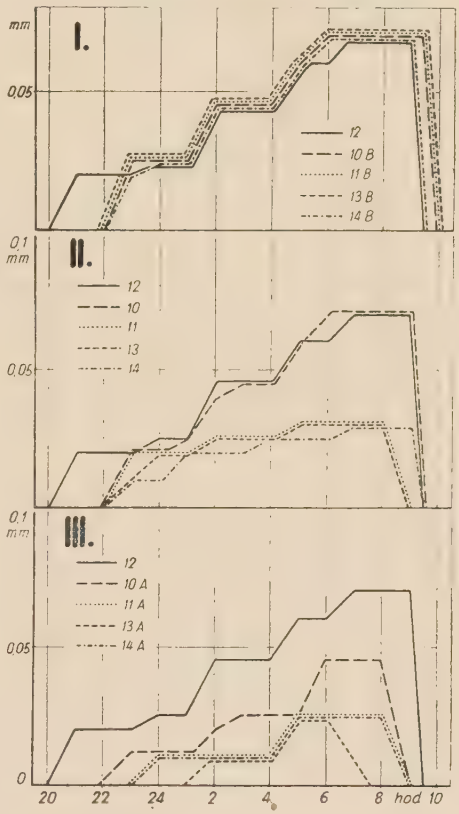
Rosení začíná, jako ve všech případech, ve středu kotlíku; celý středový úsek jeví shodné poměry (0,07 mm rosy). V souhlase s poměry vzařovacími a teplotními ztrácí se rosa s této středové plochy ráno dříve v části západní (staničky 12 a 13B).

Stanice na severní, východní a západní polovině jeví velmi shodný průběh rosení v kvantitě i kvalitě; rosy je však podstatně méně než v příznivé středové poloze (0,04 mm). Výjimkou je stanice 10 na jižní straně kotlíku, která se množstvím vyrovnává středu kotlíku, i když tam rosení nastává večer později, shodně s ostatními okraji. Tato predisposice jižního okraje se projevuje při všech ambulantních měřeních, i když ne vždy tak výrazně. Výsledky ambulantních měření potvrzují resultáty z výše rozebíraných dlouhodobých rosoměrných pozorování, svědčí o excentrickém rozložení rosy ve velkém kotlíku (viz však odlišný názor Slavík-Slavíková-Jeník 1957). V grafu 45 jsou zachyceny srážky z rosy podle obou hlavních os kotlíku; je z něho patrno nesoustředné rozložení rosy při ose jih—sever.

Vypaření rosných krůpějí nastává nejdříve na stanici 13 při západním okraji. Data z východní strany (stanice 11) jsou při tomto měření zkreslená náhodně časným osluněním rosoměru mezerou v korunách okrajových stromů.

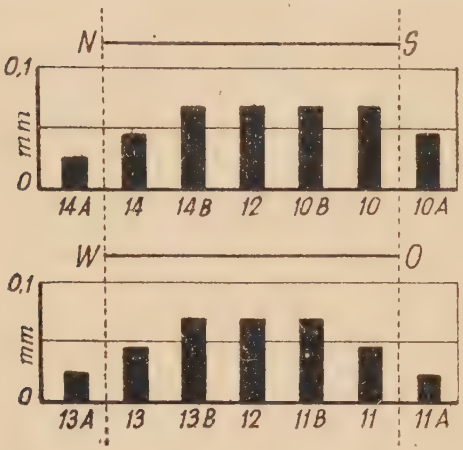
Ve III. části grafu 44 je zaznamenán průběh orosení na čtyřech hlavních okrajích, avšak v okrajovém lemu kotlíku, již pod porostem. Je zřejmá opět větší tvorba rosy na jižní straně (stanice 10A), zatím co ostatní okraje vykazují shodně menší množství rosy (0,025 mm proti 0,045 mm). Pod okrajem porostu na západě mizí rosa nejdříve. Vypařuje se tam již půl hodiny po astronomickém východu Slunce, zatím co na jiných místech se ještě dále tvoří.

V dalším grafu 46 můžeme srovnat rosné poměry z téže noci ve výšce 30 cm nad povrchem půdy na volné



Graf 44. Průběh tvorby rosy v kotlíku B (výška 10 cm nad povrchem půdy) podle měření v noci z 5. na 6. IX. Duvdevaniho rosoměry. I. - Rosa na středové ploše kotlíku; II. - Rosa na okrajích ve srovnání se středem (stanicí 12); III. - Rosa v porostním lemu na čtyřech stranách kotlíku ve srovnání se středem (stanicí 12).

ploše, uprostřed obou kotlíků a v jižní i západní části kotlíku B. Na grafu můžeme srovnat začátky tvorby rosy, trvání orosení i množství rosy. Začátky tvorby rosy a konečné množství je odstupňováno přesně podle intensity vyzařování. Trvání orosení je na volné ploše a uprostřed kotlíku B přibližně stejné, ekologický význam může však být rozdílný v časové lokalisaci orosení. Střed kotlíku vykazuje začátek zřetelného výparu rosných krůpějí o dvě a půl hodiny později než volná plocha. V té době se z volné plochy rosa už dávno ztratila. Rosa v kotlíku vytrvá déle než na volné ploše nejen ve střední části, nýbrž i na okrajích (západní okraj vykazuje počátek zřetelného výparu po 8. hodině, ostatní okraje asi o hodinu později). Totéž platí dokonce i o slabém orosení uprostřed malého kotlíku C.



Graf 45. Množství rosy za noc podél severojižní osy (nahoře) a východozápadní osy (dole) kotlíku B. Čárkováním jsou vyznačeny porostní stěny (stanice označené písmenem A jsou již v porostním lemu). Měřeno 5.—6. IX. 1956 ve výšce 10 cm nad povrchem půdy rosoměry Duvdevaniho.

Podle uvedeného i ostatních měření rosy lze říci, že ve výšce 10 cm nad povrchem půdy se v kotlíku B projevují nápadnější rozdíly mezi středem a okraji, jakož i mezi jižní částí a ostatními okraji, než ve výšce 30 cm. Odpovídá to našim představám o mikroklimatické vázanosti tvorby rosy k aktivnímu povrchu; jinak řečeno mikroklimatické rozdílnosti jednotlivých míst v kotlíku se projevují ostřeji v rosných poměrech přízemí.

Pokud se týká rozložení tvorby rosy v profilu přízemního ovzduší, tvořilo se na volné ploše nejvíce rosy téměř vždy ve výši 100 cm nad půdou; podle dlouhodobého měření je poměr obou sledovaných výšek vyjádřen $30 < 100$. Podle ambulantních měření lze symbol rozšířit takto:

$$10 < 30 < 100.$$

V kotlíku je rozložení rosy podle výšky rozličné; nejvíce rosy tam podle ambulantních měření mívá na všech stanicích malého i velkého kotlíku rosoměr ve výšce 30 cm. Schema je možno pro středy kotlíků psáti takto: $10 < 30 > 100$; při povrchu půdy bývá rosy nejméně. Zaznamenali jsme však i případy, kdy rosa v 10 cm nad povrchem půdy byla větší než ve 100 cm.

7.3 Závěry

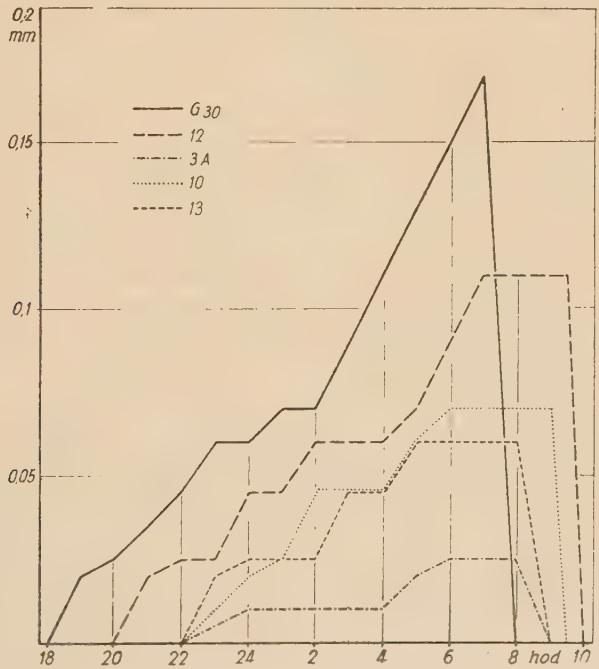
Z rozboru pozorování vyplynulo, že kotlíková seč vykazuje během vegetačního období menší počet dní s rosou i menší množství vody z rosy než volná plocha. Není tedy správný v lesnické praxi dosti rozšířený názor o bohatém rosení v kotlících; v našem případě bude třeba ještě vyšetřit vliv případného nárostu v kotlíku, který by případně mohl po obnově výdejem par zvýšit efekt kondensace.

Výjimky z uvedeného pravidla se vyskytují za zvláštních povětrnostních situací a pro průměrný stav a ekologii nárostu nemají valný význam.

Malý kotlík je na výskyt i množství rosy mnohem chudší než kotlík velký. Rozdíly mezi velkým a malým kotlíkem se uplatňují zejména za typů počasí, příznivých pro vznik výrazných mikroklimat, tedy v době, kdy vodní bilance mladých dřevin může být kritická. Z hlediska ekologického mají tedy rozdíly mezi malým a velkým kotlíkem zvlášť velkou váhu. Naopak rozdíly mezi velkým kotlíkem a volnou plochou se objevují zejména za takových typů počasí, kdy vodní bilance rostlin není zvlášť ohrožena. Přiznáváme-li rose určitý ekologický význam, pak velký kotlík jeví v rosných poměrech mnohem příznivější vlastnosti ve srovnání s kotlíkem malým.

Rosa v kotlících jeví charakteristické rozložení v ploše. Ve velkém i malém kotlíku nejvíce rosy a nejčastější její výskyt vykazují pochopitelně středy kotlíků. V malém kotlíku rosnost i množství rosy velmi prudce klesá od středu souměrně ke všem okrajům. Na okrajích se tvoří jen velmi slabá rosa, a to dosti zřídka. Množství rosy a její frekvence je tam jen o málo větší než v porostu. Místní rozdíly v rosení nejsou v malém kotlíku vyvinuty.

Velký kotlík vykazuje souměrné rozložení frekvencí výskytu rosy, klesajících od středu ke všem okrajům bez místních rozdílů. Velký kotlík ovlivňuje i v rosných poměrech své okolí: porostní lem kolem dokola vykazuje srážky z rosy, které často množstvím předčí rosu v malém kotlíku (do několika metrů od okraje). Množství srážek z rosy je však v protikladu k tomu rozloženo výrazně excentricky. Největšímu požitku rosných srážek se těší středová plocha velkého kotlíku a zastíněná jižní část. Zvýšená



Graf 46. Průběh tvorby rosy podle měření v noci z 5. na 6. IX. 1956 ve výšce 30 cm nad povrchem půdy Duvdevaniho rosoměry, a to na stanici ve volném terénu (G), uprostřed kotlíku B (12) a C (3A), na jižním (10) a západním (13) okraji kotlíku B.

tvorba rosy se projevuje i pod okrajovým lemem porostu. Náš nález, získaný dvouletým měřením rosy, vhodně dokládá výraznost vlastností kotlíkových okrajů v kotlíku, jehož charakteristické číslo je větší než jedna. Slavík (Slavík—Slavíková—Jeník 1957) nalezl v listnatém porostu v kotlíku charakteristického čísla 0,8 ještě soustředné rozložení množství rosy (jen okulárním pozorováním).

Trvání rosy je v kotlících obvykle delší než na volné ploše, kde slunce a zvětšující se pohyb vzduchu brzo rosu vysušují. Rosa v kotlících vytrvává déle i v těch případech, kdy její množství oproti volné ploše je mnohem menší.

Velký kotlík vykazuje dík většímu množství kondensované vody obecně delší orosení než kotlík malý. Rozdíly v trvání rosy na okrajích nenacházíme v kotlíku malém, zato však ve velkém. Tam se ráno ztrácí rosa nejprve při západním okraji a s postupujícím oteplováním postupuje i vysušování rosy ke středu; nejdéle vytrvá rosa na jižním a východním okraji a ve středu kotlíku, kde mizí obvykle současně.

8 SNĚHOVÁ POKRÝVKA

Všimněme si postupně výsledků pozorování výšky, doby trvání, vodní hodnoty a hustoty sněhové pokrývky. Data pocházejí ze zimních období v letech 1954—1956, resp. i 1957. Pro sněhoměrná pozorování byla ona doba celkem příznivá vzhledem k tomu, že byly zastoupeny rozličné typy zim, s výrazným meridionálním typem proudění a kontinentálním rázem zimní povětrnosti i s typem zonálního proudění s oceánickým rázem. Tak leden i únor 1954 byly mimořádně studené, únor 1955 mrazivý i březen téhož roku velmi studený, únor 1956 ledový s třeskutými mrazy a studený březen; teplý byl leden 1956 a všechny zimní měsíce 1957.

Na meteorologické stanici Pokusné plochy v Bědovicích byla sněhová pokrývka měřena podle běžných usancí denně. Výsledky, pokud se týká

Tabulka LIX.

Počet dní se sněhovou pokrývkou ≧ 1 cm (stanice Bědovice)

	I.	II.	III.	IV.	V.	X.	XI.	XII.	Rok
1954	18	6	—	—	—	—	—	8	32
1955	21	19	18	2	—	—	3	—	63
1956	9	29	3	—	—	—	3	10	54
1957	22	3	—	—	1	—	—	19	45
Výška nového sněhu v cm (stanice Bědovice)									
1954	16	9	1	—	—	—	—	14	40
1955	20	28	20	3	—	—	2	—	76
1956	12	44	4	6	—	—	11	11	88
1957	3	5	—	—	5	—	—	11	24

počtu dní se sněhovou pokrývkou a výškou nového sněhu, ukazuje tabulka LIX.

Nejbohatším na sníh s nadprůměrným trváním sněhové pokrývky i značnou výškou napadlého sněhu byl rok 1955. Průměrné trvání sněhové pokrývky s nadprůměrnou výškou nastalo dík arktické únorové zimě v roce 1956. Nepatrné množství sněhu měl poslední rok měření 1957.

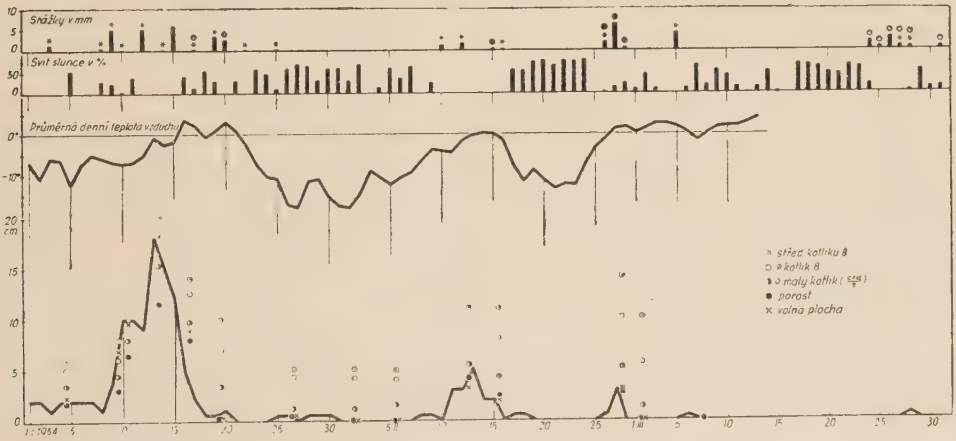
Měření sněhu v kotlících nemělo za účel podat absolutní data, na příklad průměrné údaje z celého období, výšku nově napadlého sněhu apod. Šlo nám především o zachycení typických povětrnostních period a sledování, jak se chová sněhová pokrývka v rozličných mikroklimaticky odlišných prostředích (kotlíky, volná plocha).

Podrobný rozbor sněhových poměrů i s hustotou sněhu a intensitou tání v kotlících není samoúčelný. Kromě indikace mikroklimatických poměrů mají výzkumy tohoto druhu značný význam vodohospodářský, a to jak z hlediska vodního režimu půdy, tak z obecného lesnicko-vodohospodářského hlediska. Zejména z posledního zkoumá se v posledních letech význam lesních světlin pro komplexní lesnicko-vodohospodářský výzkum na příklad v SSSR.

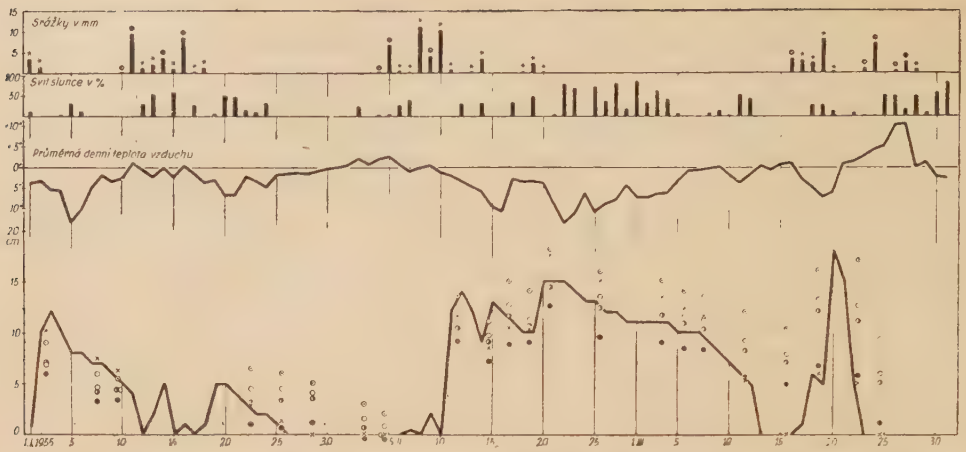
8.1 Výška sněhové pokrývky

Přehled celkových výšek sněhové pokrývky z periodických pozorování na volné ploše, v obou typech kotlíků a v přilehlém borovém porostu podávají grafy 47—49. Není tam vyznačen poslední rok měření (1957), neboť — jak už řečeno — byl na sníh velmi chudý a výsledky nepřinesly nic, co by stálo za zmínku.

Z grafů je především patrné, že největší celkovou výšku sněhové pokrývky vykazuje střed velkého kotlíku B. Téměř ve všech případech vykazuje více sněhu než volná plocha. Tím ovšem nechceme říci, že při urči-

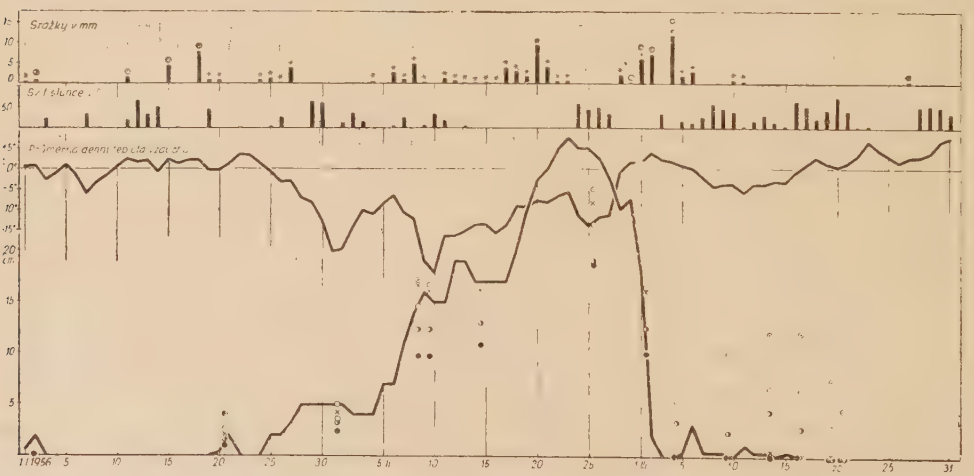


Graf 47. Výšky sněhové pokrývky v lednu až březnu 1954. Hodnoty meteorologických prvků (srážky v mm a jejich tvar, svit slunce v % astronomicky možné doby a průměrná denní teplota vzduchu) podle údajů meteorologické stanice Pokusné plochy v Bědovicích. Silnou čarou v oddílu výšek sněhu jsou vyznačeny výsledky každodenního měření celkové výšky sněhu v 7 hod. ve volném terénu podle staničních usancí.



Graf 48. Výšky sněhové pokrývky v lednu až březnu 1955. Legenda shodná s grafem 47.

tém případu sněžení napadne uprostřed velkého eliptického kotlíku větší vrstva nového sněhu než na volné ploše. Rozbor případů, kdy bylo sněhoměrné pozorování prováděno těsně před sněžením a brzo po napadnutí čerstvého sněhu (na příklad 9. a 10. ledna 1954, 15.—18. března 1955 a jindy) ukázal, že rozdíly mezi výškou nového sněhu uprostřed kotlíku B a na volné ploše jsou nepatrné a v jednotlivém případě zanedbatelné vzhledem ke stupni přesnosti měření. Počítáme-li (podle výsledků srážkoměrných pozorování) ve středu velkého kotlíku při sněžení se 14 % sněhových srážek navíc proti volnu, pak při průměrné hustotě čerstvého sněhu 0,13 je možné nadlepšení v jednotlivém případě těžko v rozdílech výšky sněhu zachytitelné. Teprve sumace jednotlivých sněžení může vyústit v zimě kontinentálního rázu bez oblev a tání v citelný rozdíl celkové výšky sněhu mezi volnou plochou a kotlíkem, jak je patrno zejména ze



Graf 49. Výšky sněhové pokrývky v lednu až březnu 1956. Legenda shodná s grafem 47

studií sovětských autorů (Kostjukevič 1952, Kuz'min 1954 aj.). V naší zimě s bohatou cyklonální činností a rychlým střídáním počasí, s častými oblevami a táním v nižších polohách, kdy sněhová pokrývka mizí a znovu se tvoří, neuplatní se v tvorbě celkové pokrývky sněhu ve větších kotlících větší přívod sněhových srážek proti volné ploše.

Rozdíly v celkové výšce mezi volnou plochou a kotlíkem B jsou v našem případě způsobovány hlavně tím, že se v kotlíku sněhová pokrývka udržuje déle než ve volném terénu (viz odstavec o trvání sněhové pokrývky) a nový sníh tam tedy padá často na vrstvu sněhu staršího, zatím co mimo les padá často na bezsněžný povrch půdy.

Konservační účinek kotlíku je z grafů dobře patrný.

Z grafů je také patrno, že velký eliptický kotlík B vykazuje celkovou sněhovou pokrývku převážně vyšší (jediná výjimka v první lednové dekádě roku 1955) než volná plocha.[35]) Poměr výšky sněhové pokrývky mezi kotlíkem a volnou plochou se pronikavě zvětšuje zejména když za náhlého tání sníh na volné ploše sejde, ale v kotlíku vydrží do nových mrazů. Tak je působení kotlíku na celkovou výšku sněhové pokrývky závislé do značné míry na charakteru zimního počasí. Největší vliv se projevuje, střídají-li se oblevy a silné tání s mrazivým počasím, zejména zůstane-li toto počasí beze srážek.

Průměrná data z malých kotlíků C a D ukazují, že po sněžení mají tyto kotlíky méně sněhu než volná plocha nebo než činí průměr v kotlíku velkém. Tání je tam proti volné ploše zvolněno, a proto za tání nabývá výška sněhu v malých kotlících převahy nad výškou sněhu ve volném terénu.

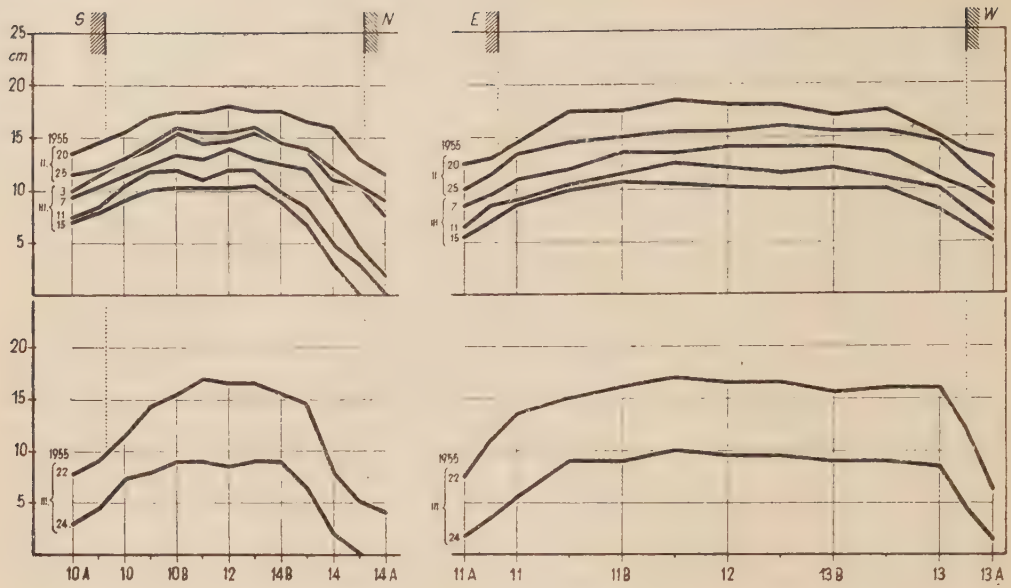
Zajímavé údaje poskytlo sledování výšek sněhové pokrývky na ploše kotlíků. Ve velkém kotlíku B vzniká typické rozložení nového sněhu: maximální výška sněhové pokrývky je uprostřed kotlíku, po případě poněkud k východu od středu;[36]) odtud na všechny strany se výška nové pokrývky snižuje, až v porostním lemu, několik metrů od okraje kotlíku, se vyrovnává s výškou nového sněhu v porostu. Mezi jednotlivými okraji v kotlíku není při čerstvě napadlém sněhu nápadnějších rozdílů výšky.

Podle rozboru výsledků z jednotlivých měření sněhové pokrývky po napadnutí nového sněhu vyplývá, že rozdíly mezi okraji činí v závislosti na proudění vzduchu 0—3 cm nového sněhu. Nejméně nového sněhu má obvykle jižní okraj, nejvíce okraj východní až severní. Takové rozložení se dá ostatně předpokládat podle výsledků srážkoměrných pozorování; poněvadž však výška nově napadlého sněhu nebyla soustavně sledována, nemohou jednotlivá měření názorně doložit naznačené rozložení nového sněhu. Rozdíly jsou absolutně malé, zejména se zřetelem na malou přesnost měření výšek sněhu. Je však třeba konstatovat, že podobnou tendenci v rozložení nového sněhu nalezl také Sigmond (1933). Zřetelné rozdíly na okrajích vznikají teprve za tání; projevují se tehdy především, a to velmi výrazně, v celkové výšce sněhové pokrývky.

---

[35]) Snad jen jediná nám známá práce uvádí, že v kotlících je méně sněhu než na volném terénu (Ishikawa 1956).

[36]) Sníh byl měřen jen podél os při pěšinách, aby chozením nebylo při tání mizení sněhu urychlováno. Proto nebylo lze přesně zachytit místo nejvyšší sněhové pokrývky. Měření naznačuje, že je východně od středu; okulárně bylo zjištěno po sněžení nejvíce sněhu ve směru východoseverovýchodním od středu, mezi středem a plochou okolo stanice 11B.



Graf 50. Výšky sněhové pokrývky v severojižní ose (vlevo) a ve východozápadní ose (vpravo) kotlíku B a jejich změny v čase. V horní části grafu je naznačena poloha porostních stěn.

Sníh taje a mizí nejdříve a nejrychleji v porostu na sever od kotlíku, zejména při jasné obloze (obr. 20). Odtud postupuje tání do severní části kotlíku, takže během oblevy ztrácí rozložení sněhu v kotlíku svoji pravidelnost a vytvářejí se rozdíly. Při ose sever-jih jsou rozdíly protilehlých okrajů velmi nápadné. V grafech 50 a 51 je znázorněn průběh výšek sněhu na osách mezi 20. únorem a 15. březnem 1955. Je z nich patrné, že na severní polovině kotlíku mizí sníh rychleji a jeho celkové výšky jsou menší než na polovině jižní. Povšechný průběh v diferenciaci výšek sněhové pokrývky na malé ose velkého kotlíku můžeme sledovat zejména na isopletárním znázornění v grafu 51, a to od pokrývky čerstvého sněhu dne 20. února 1955 přes diferenciaci vlivem tání a konečně po napadnutí nového sněhu okolo 20. března. Na ose východ-západ tak značné diference

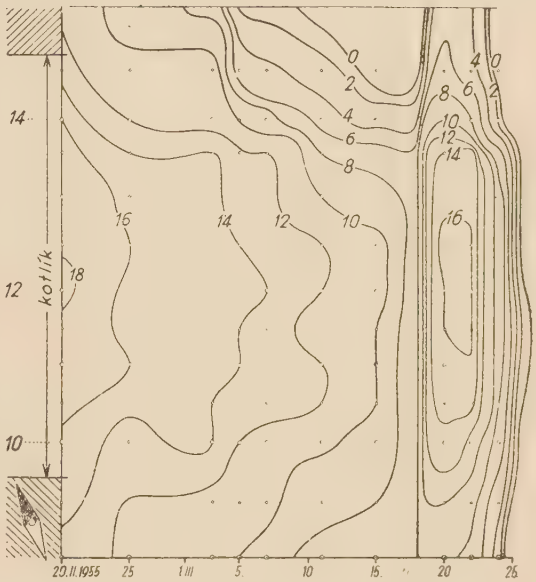
Tabulka LX.

Intersekvenční proměnlivost výšek sněhové pokrývky v kotlíku B (od měření k měření) (leden až březen 1954—56)

Rok	Střed kotlíku	Okraje kotlíku			
		W	N	E	S
1954	4,0	3,1	5,1	3,2	3,0
1955	2,8	2,6	3,1	2,4	2,1
1956	4,6	4,2	4,4	4,5	3,5

výšek mezi protilehlými okraji nevznikají, západní strana kotlíku se celkem málo liší od východní aspoň po určitou dobu. V posledních fázích tání zůstává sníh déle zachován v západní části velkého kotlíku.

Kolísání celkových výšek sněhu na jednotlivých okrajích jsme vyjádřili výpočtem intersekvenční proměnlivosti od jednoho měření ke druhému. Výsledky (tab. LX) ukazují, že v letech 1954—1955 měl největší proměnlivost severní okraj kotlíku, nejmenší okraj jižní. V zimách obou roků se mrazová období střídala s oblevami a umožňovala tak rychlé střídání výšek, respektive časté mizení sněhu na severní části plochy kotlíku B. V roce 1956 měla zima kontinentální ráz; sníh napadlý koncem ledna se udržel bez oblev až do jarního konečného tání. V proměnlivosti se tak spíše uplatnily změny výšek při sněžení a postupném narůstání pokrývky od 25. ledna až k maximu okolo 25. února. V souhlasu s tím jeví největší proměnlivost v tom roce střed kotlíku; za ním následuje okraj východní, jak by to odpovídalo výzkumu rozložení sněhových srážek na ploše kotlíku. Nejmenší proměnlivost vykázal okraj jižní, a také nejmenší přírůstky (srovnej příchod srážek) a pomalé změny za tání.

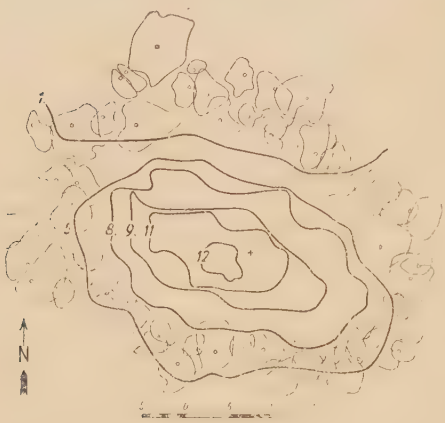


Graf 51. Isoplety výšek sněhové pokrývky v malé ose kotlíku B (osa jih-sever) a v přilehlých porostních lemech. Graf zachycuje období mezi 20. II. až 25. III. 1955; údaje výšek v cm. Na okraji vlevo je naznačena poloha porostních stěn a stanic 10, 12 a 14 v kotlíku.

V grafu 52 je naznačen průběh tání jako typický případ mizení sněhové pokrývky z kotlíku B. Data jsou vybrána z jarního tání v r. 1957 mezi 25. únorem a 12. březnem. Sníh napadl na holou půdu v noci z 25. na 26. února ve stejnoměrné vrstvě 5 cm uprostřed kotlíku a 2 cm v porostu. Přibližně od 26. února byla v porostu na sever od kotlíku již pozorována holá půda; sníh tam vlivem intensivního slunečního záření rychle odtál. Není pochyb, že na rychlém tání sněhu v porostu na sever od kotlíku má značný podíl dlouhovlnné záření od kmenů a korun.

Do 1. března tál sníh jen zvolna za teplot okolo 0^0 C, takže toho dne se stav jen málo lišil od předcházejícího. V dalších dnech byly sice ještě ráno a večer citelné mrazy, avšak v poledne, zejména za polojasné oblohy 2. a 3. března, teploty vystupovaly až přes 5^0 C. Sníh okolo poledne tál, přes noc mrznul; silně krystalický sníh pak vzdoroval rychlému rozpouštění. Zmírnění mrazů okolo 5. března a déšť téhož dne odpoledne způsobil okamžité zmizení slabé sněhové pokrývky z porostu (vysoké sotva 1 cm) a ponechal pouze ostrov vyšší pokrývky v kotlíku B. Ten byl, jak je

z grafu patrno, posunut poněkud excentricky k jihu a zabíhal tam pod okrajové stromy. Ostrov sněhu pak v příštích dnech dostředně odtával, při čemž na západní polovině postupovalo mizení sněhu pomaleji než na polovině východní. Poslední zbytek se rozpustil až během 12. března, kdy polední teploty dosahovaly již 13° C. Je třeba podotknout, že sníh z malých kotlíků zmizel už 6. března a z volné plochy dokonce už 28. února.



Graf 52. Postup tání sněhové pokrývky v březnu 1957 v kotlíku B. Čáry naznačují hranice souvislé sněhové pokrývky mezi 1. až 12. březnem.

V malém kotlíku se neprojevují mezi okraji různé orientace žádné rozdíly ve výšce sněhové pokrývky ani při sněžení, ani za tání. Sníh tam mizí stejnoměrně na všech stranách směrem od porostu do středu kotlíku.

Z uvedených faktů je zřejmé, že kotlíky neovlivňují sněhovou pokrývku stejně, nýbrž že se malý a velký kotlík sněhovým režimem značně odlišují.

8.2 Trvání sněhové pokrývky

Již z výše podaného popisu výšek sněhové pokrývky a jejich změn v závislosti na místě měření a počasí je patrno, že se sledovaná místa neliší jen výškou sněhu, nýbrž také trváním sněhové pokrývky. Tento ukazatel ve spojení s výškou má, jak se domníváme, značný význam jak z hlediska mikroklimatologie tak ekologie. Uvážíme-li význam sněhové pokrývky pro stav mikroklimatických prvků nad jejím povrchem i v půdě jí pokryté nebo pro ekologické poměry rostlin, kterou obaluje, pak musíme věnovat trvání sněhové pokrývky patřičnou pozornost.

Data, která jsme získali na sledovaných místech, uvádíme v tabulce LXI odděleně pro trvání sněhové pokrývky o výšce nejméně 1 cm a nejméně 5 cm. Trvání pokrývky sněhu o výšce 5 cm, kryjící semenáčky dřevin, je důležité pro posouzení ochrany před zimními mrazy (holomrazy); první výška určuje celkovou dobu, po niž leží sníh. Data jsou vzata pouze z měsíců soustavného pozorování a sledování výšky sněhu, to jest z ledna až března let 1954—1957. Kromě všech okrajů a středu ve velkém kotlíku B uvádíme data ze středu malého kotlíku D, průměr z obou malých kotlíků (C a D), data z porostu v okolí kotlíků, jakož i z volné plochy.

Výsledky jsou překvapující, neboť rozdíly mezi jednotlivými místy jsou nečekaně veliké. Tak na příklad jde-li o sněhovou pokrývku o výšce 5 cm a více, měl takovou střed velkého kotlíku B v roce 1954 o 44 dní déle než několik metrů vzdálené místo na severním okraji kotlíku, o 34 dní čili o více než měsíc déle než střed malého kotlíku a o 52 dní déle než volná plocha. Rozdíly mezi kotlíky a volnou plochou nebo porostem jsou tedy v našem případě větší než uvádí na příklad Prokopenko (1931) nebo Kostjukevič (1952).

Nejdelší trvání sněhové pokrývky všech mocností má střed velkého kotlíku. U pokrývky výšky 1 cm a více následují za středem okraje kot-

Tabulka LXI.

Trvání sněhové pokrývky ve dnech (leden až březen 1954—57)

Rok	Střed kotlíku B	Okraje kotlíku B				Střed kotlíku D	Průměrně v malém kotlíku	Porost	Volná plocha
		W	N	E	S				
Pokrývka ≥ 1 cm									
1954	65	60	54	60	60	61	60	25	23
1955	84	75	73	74	75	75	75	60	58
1956	62	59	53	56	56	57	56	36	41
1957	40	38	30	37	37	32	30	22	25
Pokrývka ≥ 5 cm									
1954	61	38	17	33	34	25	12	8	9
1955	65	64	33	48	51	51	46	42	45
1956	43	41	28	36	33	32	26	24	26
1957	8	7	0	5	6	1	0	0	3

líku B a kotlík malý, jenž se prakticky neliší od okrajů velkého kotlíku. Mezi středem malého kotlíku a jeho okraji nejsou rozdíly, které by stály za zmínku (1—2 dny). Mezi okraji kotlíku B jsou tyto vztahy: nejméně dnů s pokrývkou silnou 1 cm a více má severní okraj, jenž se od ostatních nejvíce odlišuje (až o 8 dní); rozdíly mezi západní, východní a jižní částí nejsou nápadné a nepřesahují 3 dny.

Podíváme-li se na data o sněhové pokrývce mocnosti 5 cm a více vidíme, že uvedené relace zůstávají v podstatě zachovány; rozdíly mezi jednotlivými místy se však zdůrazňují. Největší počet dnů s touto vyšší sněhovou pokrývkou má opět střed velkého kotlíku. Jeho okraje jeví od středu větší odstup než při pokrývce slabé. Zvláště severní okraj má silně redukován počet dnů s vyšší sněhovou pokrývkou. Západní část velkého kotlíku projevuje jasně, že má více dní se sněhovou pokrývkou než okraje ostatní; rozdíly v jejím trvání i proti východnímu nebo jižnímu okraji narůstají (až na 16 dní). Malý kotlík má uprostřed počet dnů s vyšší sněhovou pokrývkou podobný jako jižní nebo východní okraj velkého kotlíku. Jeho vlastní okraje jsou však na vyšší sněhovou pokrývku chudší a blíží se již poměrům v porostu. Tam se vyšší sněhová pokrývka co do trvání mnoho neliší od volné plochy.

Rozdíly v počtu dní se sněhovou pokrývkou mezi jednotlivými místy jsou ovšem v různých letech různé. V letech 1955—1956 lišil se severní okraj kotlíku B od jeho středu o 32 a 15 dní, od volné plochy o 20 a 17 dní. V roce 1957 činily rozdíly pouze 5—8 dní.

Jak bylo naznačeno již u výšek sněhové pokrývky, závisejí také rozdíly jejího trvání mezi různými místy na povětrnostním charakteru zimního počasí v jednotlivých letech. Přijde-li mrazová vlna po periodě tání, za níž zmizel sníh z míst vystavených slunci (volná plocha, severní strana kotlíku B) nebo z míst s nižší sněhovou pokrývkou (porost), narůstá výhoda na

straně míst stinných nebo s větším množstvím sněhu. Takovým situacím vděčí kotlíky za podstatně větší počet dní se sněhovou pokrývkou proti volné ploše. V souhrnu je možno říci, že se rozdíly zvětšují za střídavého zimního počasí, za typické středoevropské zimy se střídáním období mrazů a oblev. Rozdíly se zmenšují v zimách s kontinentálním rázem povětrnosti, s trvalým mrazem a malým počtem oblev nebo jediným táním na konci zimy.

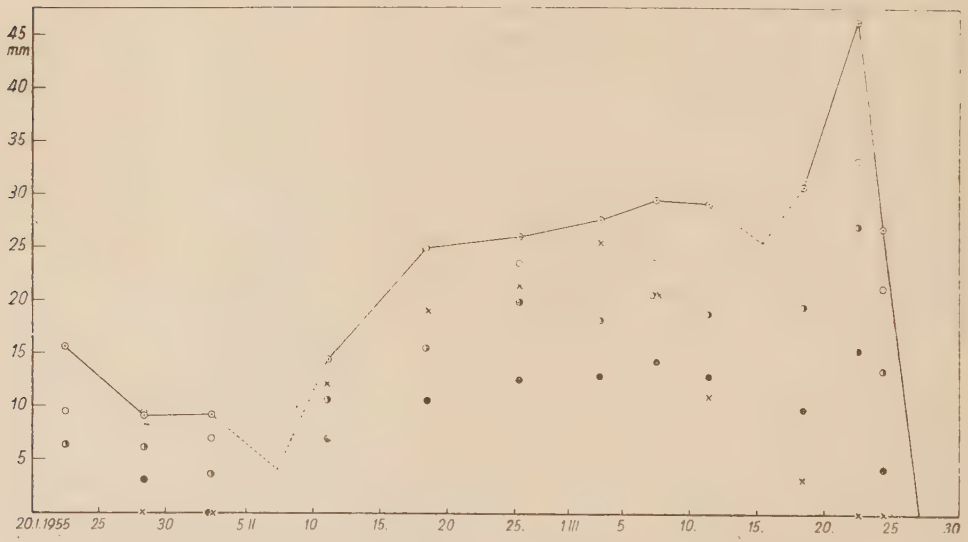
Kromě našeho měření z roku 1956 s tímto charakterem zimy můžeme uvést na příklad výsledky z měření Prokopenkova (Prokopenko 1931) v zimě 1926/1927 u Leningradu. Jmenovaný zjistil největší rozdíl v trvání sněhové pokrývky mezi různými místy borových porostů 22 dnů (mezi severním a jižním okrajem porostu).

Rozdíly v počtu dnů se sněhovou pokrývkou jsou malé v zimách s oceánickým typem povětrnosti, s občasnou a slabou pokrývkou sněhu, která rychle odtává.

Při posuzování sněhové pokrývky podle výšky i trvání v kotlících a rozdílů mezi nimi, porostem a volnou plochou je tedy třeba brát v úvahu povětrnost. Při studiu vodní hodnoty sněhu upozornil na to Rachmanov (1956); Vidíme však, že nejen u vodní hodnoty, ale také u výšek a trvání sněhové pokrývky mohli bychom z dat jediného roku dojít ke klamným závěrům.

8.3 Vodní hodnota a hustota sněhové pokrývky

Základní data o vodní hodnotě sněhové pokrývky jsou uspořádána v tabulkách. Tabulka LXII ukazuje hodnoty průměrného stavu ve velkém kotlíku B, v obou malých kotlících C a D, v porostu okolo kotlíků a na



Graf 53. Vodní hodnoty sněhové pokrývky (v mm) v lednu až březnu 1955. Čára označuje průběh vodní hodnoty pro střed kotlíku B. Ostatní označení míst v grafu je shodné s grafem 47.

transektu na volné ploše. V další tabulce LXIII jsou uvedeny vodní hodnoty na jednotlivých místech velkého kotlíku.

Jak jsme už řekli ve statích o problematice, nejvíce studií o lese a sněhu pochází ze Sovětského svazu. U sovětských autorů, pracujících převážně v oblastech s typickou kontinentální zimou, je obvyklé uvádět především stav sněhu na počátku jarního tání; u vodních hodnot má to nesporně velký význam vodohospodářský. Chceme-li však v našich podmínkách objasnit vztahy mezi vodní hodnotou sněhové pokrývky na různých místech, není taková jednoduchá cesta schůdná.

Vzhledem k proměnlivému rázu našich zim je zřejmě třeba věnovat pozornost vodní hodnotě za různých stavů povětrnosti, abychom došli k podloženým závěrům. Za příklad vezměme období soustavného měření v roce 1955, počínaje 11. únorem a až do jarního tání 24. března. Data jsou vynesena v grafu 53, a to jak pro střed kotlíku B, tak pro jeho celou plochu, pro malé kotlíky C a D, pro porost a volnou plochu.

Graf ukazuje, že vodní hodnota sněhu byla uprostřed velkého kotlíku vždy největší ze všech srovnávaných míst měření. Za čerstvě napadlého sněhu 11. února je průměrná vodní hodnota celého velkého kotlíku B téměř shodná s hodnotou na volné ploše. V daném dni je o něco vyšší (104 % volné plochy), neboť v kotlíku zůstaly z dřívějšího sněžného období zachovány malé zbytky starého sněhu. V případech, kdy padá sníh na naprosto holou půdu, je vodní hodnota v průměru celé plochy kotlíku B menší než na volné ploše (na příklad 2. ledna 1955 byla 95 %), neboť vedle nadlepšených centrálních partií se uplatní v průměrných číslech i okrajové pásy s nižší sněhovou pokrývkou ve srážkovém stínu.

Podstatně menší je vodní hodnota čerstvě napadlého sněhu na ploše malých kotlíků (v našem případě 88 % vodní hodnoty volné plochy a 75 % vodní hodnoty velkého kotlíku), a ještě menší v porostu (58 % volné plochy a 49 % velkého kotlíku).

S postupem doby, po níž leží sníh, se vodní hodnota v kotlících obou velikostí i v porostu neustále relativně zvětšuje ve srovnání s vodní hodnotou sněhu na volné ploše. Ukazuje to dobře tabulka LXIV. Povšechně vzestupný vývoj poměru vodní hodnoty s prodlužujícím se trváním sněhové pokrývky byl porušen jedině počátkem března, kdy za jasného mrazivého počasí tál sníh v poledních hodinách vlivem bohatého svitu slunce a v noci se na sněhové pokrývce tvořily sublimační produkty. Na volné ploše to vedlo ke zvýšení vodní hodnoty (viz tabulku základních hodnot), zatím co na jiných místech, zejména na osluněných částech velkého kotlíku, došlo naopak vlivem tání ke zmenšení vodní hodnoty.

Vodní hodnoty sněhu v poměru ke stavu na volné ploše (1955) Tabulka LXIV.

	11. II.	18. II.	25. II.	3. III.	7. III.	11. III.	18. III.
Volná plocha .	100	100	100	100	100	100	100
Kotlík B . .	104	99	109	90	116	206	759
Kotlíky C a D	88	81	93	71	98	171	606
Porost . . .	58	55	58	51	68	116	309

Od první březnové dekády sníh pozvolna tál a poměr vodních hodnot se stále pronikavěji zvyšoval v neprospěch volné plochy. Na konci zimní periody, 18. března, vykazují všechna místa, kotlíky i porost, vodní hodnotu několikrát vyšší než volná plocha.

Podobný vývoj poměru vodních hodnot mezi srovnávanými místy byl pozorován i v ostatních letech. Je tedy možno uzavřít, že kotlíky vykazují v průměru své plochy během zimy obvykle větší zásobu vody ve sněhu. Poměr mezi kotlíky a volnou plochou je závislý — tak jako u výšek sněhu — na povětrnostním rázu zimy. Relativně největší rozdíly ve prospěch kotlíků vznikají za střídavého zimního počasí, kdy se sněhová pokrývka ve volnu vícekrát ztrácí a opět tvoří, zatímco v kotlících sníh — třeba v omezené míře — setrvává. Nejmenší rozdíly a často i rozdíly v neprospěch kotlíků, zejména kotlíku malého, objevují se v zimách mírných, kdy malé množství napadlého sněhu rychle a na všech místech odtaje. Příkladem obou typů zim jsou zimy v letech 1955 a 1957. Vypočítáme-li poměr vodní hodnoty v kotlících k volné ploše (= 100 %), dostaneme tento přehled (v procentech):

	střídavé zimní počasí 1955		*mírná zima 1957*	
	∅	max.	∅	max.
Kotlík velký B	193	759	125	139
Průměr malých kotlíků C a D . .	154	606	76	80

Poměr považujeme v tomto případě ovšem za ukazatele, nikoliv za vystižení průměrného stavu.

Měření vodní hodnoty na pěti místech velkého kotlíku umožnilo posoudit místní rozdíly v nakupení vodních zásob ve sněhu a režim jejich změn. Až na řídké výjimky vykazuje největší zásobu vody ve sněhu střed kotlíku. Výjimky se vyskytují, zůstala-li pod novým sněhem nesouvislá vrstva sněhu starého a odběr vzorků narazil nahodile na takové místo. Je charakteristické, že se takové případy vyskytly téměř jen na západní straně kotlíku (u stanice 13), kde, jak jsme ukázali dříve, se sněhová pokrývka drží

Tabulka LXV.

Vodní hodnota sněhové pokrývky při okrajích velkého kotlíku B (střed kotlíku = 100 %)

Datum	Okraj				Poznámky
	Západ	Sever	Východ	Jih	
27. II. 1954	61	56	42	60	Tání vlivem teploty.
18. II. 1955	71	70	66	73	Stálá pokrývka.
7. III. 1955	83	68	86	80	Totéž, přes den plný svit slunce (taje) .
18. III. 1955	94	38	79	85	Nová pokrývka na staré, na severu je nová, na slunci taje.
22. III. 1955	76	36	76	71	Prudce taje.
24. III. 1955	88	48	66	93	Prudce taje vlivem teploty.

déle než při ostatních okrajích. Poměr zásoby vody ve sněhu mezi rozličnými okraji velkého kotlíku je během zimy nejednotný, s výjimkou severní strany (stanice 14), která má téměř ve všech případech nejmenší zásobu. Poměr se jednoznačně usměrňuje teprve po delším trvání sněhové pokrývky a zejména za tání. Pak se vytvářelo toto pořadí okrajů podle zásob vody ve sněhu (od největší k nejmenší): západní a jižní, východní, severní. V tabulce LXV jsou uvedeny charakteristické případy. Jak je patrné, jsou rozdíly mezi okraji prakticky nepatrné za čerstvé, případně dále narůstající sněhové pokrývky (viz 18. II. 1955). Vysvitne-li Slunce, třebas to bylo za mrazového počasí, zmenšuje se na osluněné severní části vlivem tání přes den vodní hodnota a vytvářejí se tak již patrné rozdíly alespoň na této jediné straně kotlíku (viz 7. III. 1955). Rozdíl pak už zůstane severní části zachován, neboť nový sníh tam padá pak buď na holou půdu nebo na slabou vrstvu sněhu starého a celková vodní hodnota je oproti jiným okrajům nižší (viz 18. a 22. II. 1955). Při delším trvání slunečného počasí za vyššího již stavu Slunce na obloze je snižována polední oblevou i vodní hodnota na východní straně kotlíku (viz 18. III. 1955).

Uvedené rozložení vodních hodnot sněhové pokrývky a jejich změny v kotlíku jsou pravidlem, ovšem nikoliv bez výjimek. Stává se na příklad, že za tání má severní polovina větší vodní hodnotu sněhové pokrývky než na příklad okraj východní (viz 27. II. 1954). Tento případ vzniká tehdy, vytvoří-li se vlivem střídavé denní oblevy a nočního mrazu v severní části kotlíku pod sněhem ledová kůra. Silná kůra vzdoruje pak tání a aspoň na počátku tání zabraňuje ztrátě vody ze sněhu do půdy.

V malém kotlíku (C nebo D) nelze zjistit žádné rozdíly ve vodní hodnotě sněhové pokrývky mezi jednotlivými okraji, které by stály za zmínku. Zastínění celé plochy před přímými slunečními paprsky a vyrovnané poměry mikroklimatické neumožňují vznik místních rozdílů na jednotlivých okrajích, ani u vodních hodnot sněhové pokrývky.

V hustotě sněhu odrážejí se dobře mikroklimatické vlastnosti míst, jak jsme zjistili předběžnými měřeními v zimě 1954. Vzhledem k metodě, použité námi ke zjišťování vodní hodnoty sněhu, vyjadřujeme hustotu tak zvanou specifickou vodní hodnotou. V tabulkách LXVI a LXVII jsou dále uvedena data o specifické vodní hodnotě sněhu z let 1955—1957.

Průměrné hodnoty celého námi naměřeného souboru specifických vodních hodnot, jak jsou uvedeny v další tabulce LXVIII, dokreslují vhodně

Specifická vodní hodnota sněhu (zimy 1955—1957) Tabulka LXVIII.

Místo	$\bar{x}$	σ	$\tilde{x}$	$\hat{x}$	Poznámky
Kotlík B	2,1 ± 0,15	0,81	1,72	1,68	$\bar{x}$ = aritmetický průměr
Kotlíky C a D .	1,7 ± 0,12	0,60	1,63	1,72	σ = směrodatná odchylka
Porost	1,4 ± 0,16	0,72	1,21	1,20	$\tilde{x}$ = medián $\hat{x}$ = modus
Volná plocha . .	1,3 ± 0,18	0,73	1,07	0,99	n = 28

Obr. 20. Panorama eliptického kotlíku B v zimě (pohled od jihu). V porostu na severu

dosud odvozené vlastnosti sněhové pokrývky a její chování na sledovaných místech. Největší průměrnou specifickou vodní hodnotu vykazuje velký kotlík B, kde sníh nejdéle leží a je dlouho vystaven faktorům, které hustotu sněhu zvyšují. Dále následují malé kotlíky, porost a volná plocha s nejmenší průměrnou specifickou vodní hodnotou. Na volné ploše leží sníh obvykle jen krátce a mizí dříve, než by se zvýšená specifická vodní hodnota uplatnila v průměrných datech. Prokopenko (1931) správně říká, že průměrná hustota sněhové pokrývky je menší tam, kde sníh rychle taje a tvoří se nová sněhová pokrývka.

Výsledky našeho zkoumání nesouhlasí s vývody, které publikoval Ishikawa (1956). Tento autor při měření sněhové pokrývky v jarních měsících r. 1955 nenašel rozdílů mezi hustotou sněhu ve volném terénu, v lese různé skladby a na světlinách rozličné velikosti. Shledal pouze změny v čase.

Ve velkém kotlíku B se v průměrných datech poněkud odlišují zvýšenou specifickou vodní hodnotou sněhu střed kotlíku a severní okraj, jak to ukazují čísla:

střed	W	N	E	S
2,1	1,9	2,1	1,9	1,9

Lépe než průměrná data charakterisují rozložení specifické vodní hodnoty výsledky jednotlivých měření. Okamžité údaje o specifické vodní hodnotě sněhové pokrývky jsou závislé na stáří sněhové pokrývky a účincích

je viditelná plocha bez sněhu, vzniklá podsluněním v porostním lemu kotlíku.

povětrnostních činitelů. Nejnižší hodnoty vykazuje samozřejmě sníh čerstvě napadlý, kdy ani rozdíly mezi jednotlivými místy na ploše kotlíku nejsou. S dobou trvání sněhové pokrývky se specifická vodní hodnota zvyšuje a podle rázu počasí se vytvářejí místní rozdíly. Za trvale mrazového počasí bez slunce jsou rozdíly bezvýznamné. Sluneční svit podmiňuje vznik již patrných rozdílů, malých za trvalého mrazu, větších je-li spojen s oblevou aspoň přes polední hodiny. V prvním případě se odlišuje obvykle jižní část menší specifickou hodnotou sněhové pokrývky od ostatních míst. Ve druhém případě vzrůstá proti jiným částem kotlíku hodnota v severní části. Za tání, zejména při střídavém svitu slunce, podržuje si severní část kotlíku značně vyší specifickou vodní hodnotu. Při tání za zatažené oblohy, případně s deštěm, se opět rozdíly mezi okraji stírají; největší specifickou vodní hodnotu vykazuje pak často střed kotlíku a jeho východní část. Ukázky charakteristických situací jsou uvedeny v tabelárním přehledu (tab. LXIX).

Rozdíly ve specifické vodní hodnotě mají také nemalý význam ekologický, na což je třeba při interpretaci výsledků upozornit. Místa s velkou specifickou vodní hodnotou mívají nehomogenní profil sněhové pokrývky a nejčastější výskyt ledových vrstev ve sněhu nebo na povrchu půdy pod sněhem. Je tam tedy sněhová vrstva nejčastěji uzavřená cirkulaci vzduchu se všemi pro rostliny nepříznivými následky. Poněvadž při našem sněhoměrném pozorování bylo předepsáno zapisovat také jakost sněhu, lze tuto souvislost sledovat po celou dobu našeho měření.

Tabulka LXIX.

Momentní specifické vodní hodnoty sněhové pokrývky v kotlíku B (1955)

Datum	Střed	Okraje				Charakteristika počasí v době rozhodné pro stav v den měření
		W	N	E	S	
2. I.	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7	Čerstvě napadlý sníh minulého dne.
9. I.	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	Sníh od 1. I., trvalý mráz, téměř bez slunce.
11. II.	1,1	1,6	1,8	1,5	1,6	Čerstvě napadlý sníh na slabé vrstvě starého.
18. II.	1,9	1,6	1,8	1,5	1,6	Teplota v poledne občas nad 0^0 C, málo slunce, sníh připadává.
3. III.	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6	Mrazové počasí beze srážek, se sluncem. bez oblevy.
7. III.	2,1	2,0	2,3	2,0	1,8	Z počátku přes poledne, pak i v ostatních termínech obleva, dosti slunce; po 7. III. téměř bez slunce.
11. III.	2,5	2,4	3,4	2,4	2,5	
24. III.	3,4	3,0	3,2	3,5	3,2	Prudké tání, téměř bez slunce, s deštěm.

8.4 Tání sněhu

Z faktů o trvání sněhové pokrývky, změn jejích výšek a vodních hodnot plyne, že kotlíky proti ostatním sledovaným místům podstatně zvolňují tání sněhové pokrývky. Naznačili jsme již, že toto konservační působení kotlíků je nejvýraznějším rysem jejich působení na sníh. Prokopenko (1931) výstižně označuje porostní mezery jako zásobárny vody ze sněhu.

Při našich výzkumech jsme sledovali intensitu tání na všech sledovaných místech. Jako ukazatele volíme úbytek milimetrů vodní hodnoty sněhové pokrývky za 1 hodinu v určitém časovém mezidobí za tání. V tabulce LXX jsou uvedeny případy za různých povětrnostních podmínek jako plošný průměr pro dotčená místa.

Z tabulkových hodnot vidíme, že za všech okolností je tání na volné ploše mnohem intensivnější než v porostu nebo dokonce v kotlících. Proti kotlíkům je intensita tání ve volném terénu pětinásobná až šestinásobná. Velký kotlík nevykazuje však velké rozdíly proti kotlíkům malým; ani rozdíly mezi kotlíky a porostem nejsou obvykle velké. Získaný materiál není však natolik početný, abychom mohli vztahy mezi intensitou tání a rozměry kotlíků určit v podrobnostech. Citelné rozdíly v intensitě tání mezi kotlíky a porostem vznikají lokálně za silného západního větru, který umožňuje teplému vzduchu vnikat do porostu od jeho západní strany, nezapláštěné stromy (viz 1.—4. březen 1956).

V datech o intensitě tání na ploše velkého kotlíku B je velmi dobře vidět vliv místně rozdílných mikroklimatických pochodů. Na příklad za jasného počasí, ve dne se sluncem a v noci s mrazem, s bohatou tvorbou tuhých srážek z jíní a námrazků, vykazuje střed kotlíku B ve srovnání s okraji kotlíku velmi omezenou intensitu tání. Za dne může tu působit dlouhovlnné záření od korun a kmenů porostu, ozářených sluncem, které se zajisté uplatňuje i na zastíněných okrajích kotlíku více než uprostřed. V noci má střed

Tabulka LXX.

Intensita tání (v mm vodní hodnoty sněhu za 1 hod.)

	7.–11. III. 1955	22.–24. III. 1955	1.–4. III. 1956	16.–19. III. 1956	12.–21. III. 1957
Kotlík B . .	0,035	0,25	0,22	0,14	0,8
Kotlíky C a D	0,017	0,28	0,30	0,17	—
Porost . . .	0,014	0,23	0,74	—	—
Volná plocha .	0,100	1,22	1,29	—	—
Ráz počasí . .	Obleva jen přes den, časté jíní a jinovatka, ke konci jasno a silný vítr.	Tání vlivem teploty, nepatrný svit slunce, déšť.	Tání vlivem teploty, málo slunce, silný vítr, často déšť v přeháňkách.	Tání vlivem teploty a hojného svitu slunce, hojně jíní.	Totéž.
V kotlíku B:					
střed	0,003	0,40	0,28	0,09	0,2
okraj západní	0,028	0,23	0,13	0,21	—
severní	0,041	0,35	0,28	0,60	—
východní	0,036	0,36	0,34	0,29	—
jižní . .	0,015	0,16	0,25	0,17	—

intensivní efektivní vyzařování. Také tvořící se usazené tuhé srážky ve středu kotlíku více než jinde na jeho ploše (analogie rosy), mohou v noci zmenšovat ztrátu vody ze sněhu, která nastala přes den. V tabulce je takový stav patrný ve dnech 7.—11. března a 16.—19. března 1956.

Za tání při jasném počasí s hojným svitem slunce vykazuje největší intensitu tání severní část kotlíku; za tání vlivem advekce teplého vzduchu za zataženého počasí střed a východní část kotlíku. Východní polovina kotlíku má vždy větší intensitu tání než část západní. Jižní část kotlíku je v intensitě tání mezi všemi okraji na místě posledním.

V další tabulce LXXI je uveden teplotní koeficient tání, to jest mili-

Teplotní koeficient tání Tabulka LXXI.

	22.–24. III. 1955	1.–4. III. 1956	16.–19. III. 1956
Kotlík B:			
Střed	2,2	2,1	1,4
Okraj:			
W	1,3	1,0	2,8
N	1,8	2,1	5,1
E	1,9	2,4	3,8
S	0,9	1,9	2,5
Kotlík D:			
Střed	1,6	2,0	—
Porost	1,4	—	—

Tabulka LXXII.

Grado-hodiny kladné teploty vzduchu, jichž je zapotřebí k úbytku 1 mm vodní hodnoty sněhové pokrývky (teplota podle samopisných přístrojů v žaluziových budkách ve výši 50 cm)

	22.—24. III. 1955	26. II.—10. III. 1957
Střed kotlíku B . . .	1,7	17,5
Střed kotlíku D . . .	1,7	3,8
Porost	1,3	2,1
Volná plocha	0,4	2,8
	Prudké tání vlivem teploty, nepatrný svit slunce, déšť.	Pomalé tání za střídavého počasí (teplotně i svitem slunce).

metry úbytku vodní hodnoty sněhové pokrývky na jeden stupeň kladné průměrné denní teploty vzduchu ve výšce 30 cm.

Teplotní koeficient tání jednotlivých míst jeví stejné vztahy k rázu povětrnosti jako intensita tání. Tuhé usazené srážky snižují teplotní koeficient tání uprostřed velkého kotlíku, sluneční svit jej pronikavě zvyšuje (viz 16.—19. březen 1956) na severní straně. Východní část kotlíku má vyšší teplotní koeficient tání než část západní.

Vcelku je možno říci, že největší efekt má při tání teplota vzduchu na volné ploše, nejmenší v kotlíku B, kde je třeba nejvíce hodin kladné teploty k odtání sněhové pokrývky, resp. k úbytku vodní hodnoty o 1 mm, jak je patrno z tabulky LXXII.

Při prudkém tání ve dnech 22.—24. III. 1955 byl v kotlících i v porostu starý i nový sníh, ve volném terénu jen nový sníh. Za pomalého tání mezi 26. II. a 10. III. 1957 s nočními a ranními mrazy, ležel všude jen čerstvý sníh, napadlý 25. února. Z posledního případu je zvlášť dobře vidět konservační funkci velkého kotlíku, vynikající při tomto charakteru povětrnosti.

8.5 Závěry

V podnebí s proměnlivým charakterem zimy a vcelku malým úhrnným množstvím spadlého sněhu bylo zjištěno, že se kotlíky povšechně projevují jako uchovatelé sněhové pokrývky a vody ve sněhu při srovnání s borovým porostem nebo volným terénem. Tento účinek kotlíkové seče musí mít nesporně značný význam ekologický i vodohospodářský.

Stav sněhové pokrývky a ostatních sledovaných ukazatelů (výška, vodní hodnota, trvání) je v detailu závislý na povětrnostním charakteru zimy nebo dílčího zkoumaného období. Nesoustavná krátkodobá pozorování mohou vést k zásadním omylům a protikladným tvrzením, jak je často nacházíme ve starší lesnické literatuře.

Jde-li o množství sněhu a zásobu vody v něm, je možno všeobecně říci, že největší rozdíly mezi kotlíky, porostem a volným terénem se objeví za zimy s proměnlivou povětrností, se střídáním období rázu oceánického a kontinentálního. V kratším časovém rozpětí pak tehdy, když cyklonální

počasí s oblevou je vystřídáno situací anticyklonální, s mrazy a beze srážek. Za takových podmínek kotlíky nahromadí nejvíce sněhu a jeho trvání prodlouží v maximální míře.

K tomu, aby se kotlíky uplatnily jako zásobárna sněhové vody nepřispívá patrným dílem to, že do nich padá — při určité velikosti — více sněhu než na volnou plochu. Jako takové se projevují i kotlíky malé, do nichž podle srážkoměrných pozorování spadne méně sněhových srážek než na volnou plochu.

Rozhodným činitelem je intensita tání, jež je v kotlících silně snížena. To pak spolu s odlišnou jakostí sněhu rozhoduje o delším uchování sněhové pokrývky v kotlících, než na jiných místech. Poměr mezi trváním sněhové pokrývky v kotlících závisí hlavně na jejich velikosti a zároveň na síle sněhové pokrývky; kotlík větší se silnější sněhovou pokrývkou vykazuje delší trvání sněhu, než kotlík malý s pokrývkou slabou.

Při srovnání velkého kotlíku B s malými kotlíky C a D mají poslední, jak už řečeno, nižší sněhovou pokrývku s kratším trváním, citelně zkráceným, zvláště hledíme-li k větším výškám sněhu (od 5 cm výše). Vodní hodnota a tedy zásoby vody ve sněhu jsou v malém kotlíku menší, sníh je kypřejší. Při tání vykazuje malý kotlík obvykle větší intensitu, neboť jeho plocha dostává mnoho tepla účinným dlouhovlnným přizářením od stěn porostu, při čemž vyzařování je značně oslabeno. Významnou úlohu v rozdílném trvání sněhu na sledovaných místech má nepochybně i půdní teplota, v chladném půlroce nejnižší ve velkém kotlíku B (viz kapitolu o teplotě půdy). V malém kotlíku je nejvíce sněhu uprostřed, k okrajům výška pokrývky klesá. Rozdíly na okrajích se v žádném ze sledovaných ukazatelů nevyskytly. Při tání postupuje obnažování půdy od okrajů (z porostu) dostředně.

Velký kotlík B jeví místní rozdíly jak v celkové výšce sněhu, tak ve vodní hodnotě, hustotě a v intensitě tání. Rozdíly mezi okraji při čerstvě napadlém sněhu (na holou půdu) jsou bezvýznamné. Výška nově napadlého sněhu klesá pravidelně směrem k okrajům. Lze poukázat na posun maxima výšky nového sněhu ze středu směrem k východoseverovýchodu (analogicky se srážkami kapalnými).

Diferenciace ve sněhové pokrývce uvnitř kotlíku B nastává teprve po určité době působením mikroklimatologických faktorů. Čím déle sněhová pokrývka leží a je vystavena vlivu střídání zimní povětrnosti, tím výrazněji vystupují rozdíly.

Náš výzkum ukázal, že pak největší výšku sněhové pokrývky i největší vodní hodnotu má střed kotlíku, z okrajů strany východní a jižní, nejmenší severní. Jižní okraj si udržuje nejdéle sníh kyprý, severní má hustotu sněhu vysokou s častým výskytem ledové kůry. Severní okraj se také sněhu nejdřív zbavuje, nejprve ve vnitřním lemu porostním; charakter rozdílů na ploše kotlíku závisí do značné míry na počasí. Na severní části kotlíku velkého je největší intensita tání zvláště za slunných dnů. Za zataženého počasí taje nejvíce uprostřed kotlíku, případně také ve východní polovině. Tomu odpovídá i hustota sněhu. Je třeba zdůraznit, že východní část kotlíku, zejména za tání vlivem advekce teplého vzduchu, vykazuje vyšší intensitu tání než část západní (vliv výměny vzduchu a pochodů kondensačních podle domněnky Baumgartnerovy, B a u m g a r t n e r

1956). Mizení sněhu nepostupuje následkem toho v kotlíku B soustředně; poslední sníh zastihneme na jihozápad od středu.

Z ekologického hlediska pohlížíme na sníh jako na isolační pokrývku semenáčků a mladých dřevin. V tom smyslu můžeme označit vliv velkého kotlíku za příznivější, neboť tam sněhová pokrývka může lépe a déle chránit rostlinstvo. Uvnitř kotlíku B vykazuje severní okraj ekologicky méně příznivé vlastnosti proti ostatním částem, vzhledem k často se vyskytující ledové kůře a krátkému trvání sněhové pokrývky. Může se tam v zimě často uplatnit holomráz. V předjaří je tam půda časně obnažena a silně se přes den zahřívá (viz stať o teplotě půdy), zatím co kotlík je ještě v hlubokém zimním klidu.

Z vodohospodářského hlediska zásob vody ve sněhu a jejich uvolňování, je možno rovněž velký kotlík označit za vhodnější. Systém větších kotlíků nepoškodí vodohospodářskou funkci porostu s ohledem na zimní zásobu vláhy a jarní odtoky; až na občasné případy méně vhodného charakteru zimní povětrnosti nahromadí porost pomocí kotlíků pro svůj nárost více vláhy ve sněhu a zvolna ji pak vydává do oběhu. Na písčitých půdách bez dostupné spodní vody je z hlediska půdního vodního režimu výhodné napomáhat hromadění vláhy všemi prostředky; prodlužovat tání není zato celkem zapotřebí, neboť většinou není třeba regulace odtoku. Tento zřetel se však plnou vahou uplatní na půdách méně propustných. Malé kotlíky nemají náležitě vyhraněný vliv a jejich plocha je z vodohospodářského hlediska také poměrně malá.

9 VLHKOST PŮDY

Půdní vlhkost je ekologickým činitelem zásadního významu. Jak je dobře známo ekologům a typologům, spočívají mnohé úspěšné klasifikace lesních porostů nebo stanovišť především na hydropedologických ukazatelích. Přímo pro oblast bědovických Borů vypracoval takovou klasifikaci lesních typů P e ř i n a (1957). Kromě toho nelze přehlédnout význam vody v půdě z hlediska čistě pedofysikálního, jako závažného činitele pedogenetického a — zúžíme-li poněkud hledisko — pedoklimatického.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat vláhovým poměrům půdy na lokalitách, kde je podzemní voda následkem hlubokého vodonosného horizontu vyloučena ze zásobování fysiologického půdního profilu, jak je tomu v oblasti vyšších teras u Bědovic.

Cílem výzkumu v oboru půdní vlhkosti bylo zejména posoudit vláhové poměry v obou typech kotlíků, navrhovaných pěstitelem (kotlíky B a C). Další úlohou bylo sledovat účinek isolačního příkopu na okrajích kotlíků, jak jej praktičtí lesníci doporučují, aby se odstranilo odsávání vody okolním porostem.

K dosažení tohoto cíle hydropedologických prací nebylo období let 1954 až 1956 příliš vhodné. Léta 1954, 1955 i 1956 byla vlhká. Značná byla absolutní výška spadlých srážek, zejména r. 1954; na půdní vlhkosti se z hlediska plánovaných výzkumů projevovalo nepříznivě i to, že byla řídká suchá období beze srážek. Pouze čtyřikrát bylo v letech měření půdní vlhkosti 1954—1956 zaznamenáno meteorologickou stanicí Pokusné plochy bezdeštné období delší než pět dní; v trvání 10 a více dní se již vůbec nevyskytlo (máme na mysli období duben—říjen). V celém tříletí byl zjištěn

Četnost typů počasí 1—3 Tabulka LXXIII.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1954	6	8	6	3	2	2	1	8	3	6	3	—
1955	—	4	1	4	3	7	3	6	8	4	—	—
1956	2	2	5	—	5	1	8	3	11	8	7	1
Průměr 1936—1955	2,6	3,2	6,0	6,8	6,8	6,6	7,2	9,6	9,2	6,4	1,9	2,4

pouze jediný letní den se slabě výsušným typem počasí. Většinou zůstala pod průměrnou hodnotou i četnost výskytu typů počasí, charakteristických pro suchá, bezdeštná letní období (počasí radiační a počasí převážně vzařovací, typy 1—3). V tabulce LXXIII jsou zaznamenány četnosti výskytu skupiny typů počasí 1—3 v letech výzkumů a v dlouhodobém dvacetiletém průměru. Nepřihlížíme-li k zimnímu období, pak pouze podzimní měsíce r. 1956 vykazují vyhraněně nadprůměrný výskyt jasného a tedy suššího počasí. Z toho plyne, že extrémní stav půdní vlhkosti, ohrožující již vodní režim rostlin, nemohl být při našem měření zachycen.

Tabulka XXXIV v kapitole 4 vykazuje množství srážek v letech výzkumu. Povšimněme si v ní neobvykle vysokých srážek především v letních měsících.

Svým vlhkostním rázem byly tedy roky 1954—1956 nepříznivé daným úkolům hydropedologických studií. Hojný výskyt typů počasí nepříznivého vzniku samostatného vyhraněného mikroklimatu má nejen v ovzduší, nýbrž i v půdě vyrovnávací vliv na klimatické elementy i s půdní vlhkostí; rozdíly mezi jednotlivými, různě situovanými místy se zmenšují nebo vůbec stírají.

V předložené práci pojednáme v oboru půdní vlhkosti pouze o dvou otázkách, zajímajících bezprostředně lesnickou praxi: srovnání velkého a malého kotlíku a účinnost isolačního příkopu.

9.1 Všeobecné rysy vodního režimu lokality

V grafu 54 je vyznačen roční chod půdní vlhkosti uprostřed velkého kotlíku B. Můžeme na něm sledovat několik všeobecných rysů vodního režimu lokality, důležitých pro naše další vývody.

Časová odlehlost jednotlivých měření půdní vlhkosti ovšem nedovoluje vystihnout její průběh se všemi podrobnostmi, zejména ve svrchních vrstvách půdního profilu (viz Baumann 1952). Celkový obraz je však v podstatě správný, neboť všechna měření se prováděla tak, aby charakterisovala určitou povětrnostní periodu. Také ráz počasí v letech měření nebyl příznivý pro vytváření ostře odlišných déle trvajících období, jejichž podchycením by byl průběh půdní vlhkosti proti grafu podstatně změněn.

Z grafu 54 je především patrno, že vláha přichází do sledovaného profilu toliko z atmosféry. Po celý rok jsou z celého zkoumaného profilu nejvlhčí svrchní vrstvy do 20—30 cm a nejsušší vrstvy spodní. Půdy vyšších teras v Borech u Bědovic jsou tedy v zásobování vodou odkázány výlučně na vodu srážkovou. Vzhledem k tomu, že jen málokdy se uplatnil intensivní výpar vody z půdy, vlhkost v hloubce 10 cm byla jen výjimečně nižší

než ve 20—30 cm. Označíme-li průměrnou vlhkost ze všech měření v jednom roce za prostého ukazatele vláhových poměrů (bez snahy o další dedukce z tohoto vysloveně statického ukazatele), vyhlíží průměrný obraz v průřezu půdním profilem takto (1955):

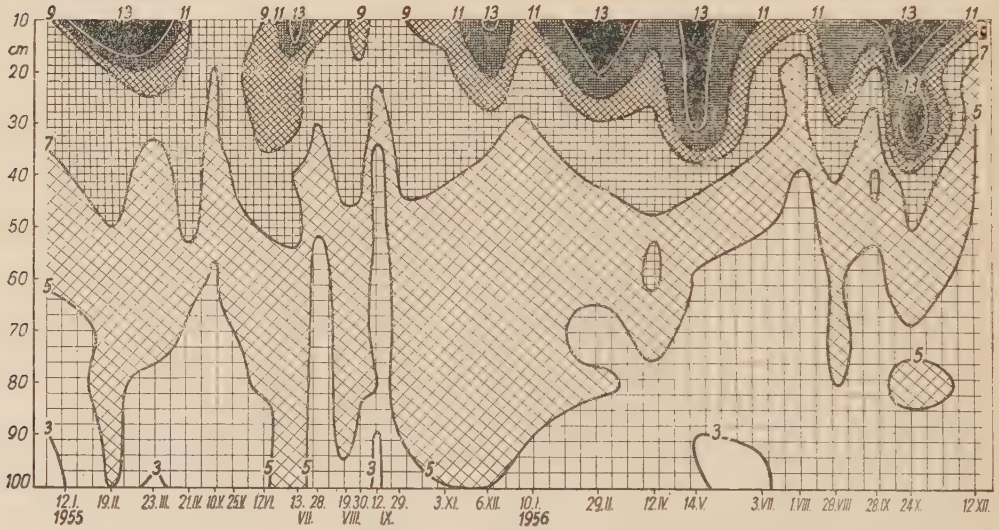
Hloubka cm . .	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Průměrná vlhkost v % (váhy)	11,2	8,7	8,0	6,8	6,2	5,7	5,2	5,1	4,4	4,1

Tento charakter vláhových poměrů je z podobných půd běžný (viz Heinrich 1936, tam další citace, a dále Molčanov 1950, 1952, tam další).

Maximální půdní vlhkost dosáhla výjimečně hodnoty absolutní vodní kapacity, a to v povrchové půdní vrstvě. Tato vysoká hodnota byla zaznamenána v zimním období při hranici promrzlé půdy v hloubce 10 cm. Jinak však nebylo v zimě pozorováno průkazné zvýšení půdní vlhkosti ani v promrzlé vrstvě půdy ani okolo její dolní hranice (viz měření z 29. února 1956, kdy hloubka promrzlé půdy dosahovala 100 cm podle údajů Danilinova mrazoměru). Nehledíme-li k ojedinělým náhodným údajům, nepřestoupila v teplé roční periodě půdní vlhkost 75 % absolutní vodní kapacity; to se týká doby mimo deště a těsně po nich.

Pokud se týká minimálních hodnot, ve vegetačním období neklesla vlhkost v hloubce 10 cm pod 7 % (váhy) v r. 1955 a pod 9 % v r. 1956 (průměr ze 2—3 paralelních stanovení). Nejmenší vlhkost byla naměřena shodně v obou letech mimo fysiologický profil v hloubce 100 cm (2.6 %).

Z uvedených faktů půdní vlhkosti je patrný vlhkostně příznivý ráz obou roků pro zásobování rostlinstva vodou. Podle údajů Benczeho



Graf 54. Průběh půdní vlhkosti uprostřed kotlíku B v letech 1955 a 1956 (váhová %). Na ose x je vyznačeno datum odběru vzorků.

(B e n c z e 1951) je pro vývin borových sazenic v písčité půdě nejpříznivější obsah vody okolo 50 % (objemu) hodnoty absolutní vodní kapacity. Průměrný obsah činil v našem případě 56 % absolutní vodní kapacity v hloubce 10 cm, 44 % v hloubkách 20 a 30 cm (1955). Při tom pozorovaná minima jsou poměrně vysoká a nepřibližují se hranici rostlinám dostupné vody.[37]) V tabulce LXXIV jsou uvedeny četnosti změřených procent půdní vlhkosti pro některá místa a hloubky od 10 do 50 cm.

S ohledem na fysikální vlastnosti půdy mohli bychom předpokládat, že tak zvaná zimní zásoba vody v půdě nebude mít valný význam pro krytí zvýšené potřeby rostlinstva v přísušcích pozdního jara. Naše měření totiž ukazuje, že půdu provlhčí nejen srážky v chladném půlroce, nýbrž i větší srážky letní, a to v celém profilu (viz červenec 1955; v dekádě, předcházející měření 13. VII. spadlo 71 mm srážek), anebo aspoň fysiologický prostor, jak je patrno z grafu. Přes to však nemůžeme popřít určitý význam srážek zimních, jak ukazuje přibližný bilanční propočet, uvedený dále. Bilanční propočet postihuje výdejové složky vodní bilance půdy pro vrstvu 0—100 cm, při čemž zásoba vody v prvním decimetru byla položena za rovnou zásobě podle měření v hloubce okolo 10 cm. Výdej vody z půdy byl propočten podle rovnice

$$V = Z_0 + \text{srážky} - \text{průsak} - Z_1,$$

kde znamená: Z_0 vodní zásobu ve vrstvě 0—100 cm v mm na počátku bi-

Tabulka LXXIV.

Četnost jednotlivých stupňů půdní vlhkosti (měření 1955—1956; hloubka 10 až 50 cm)

Hloubka cm	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
% váhy	Střed kotlíku B (12)					Jižní část kotlíku B (10)					Severní část kotlíku B (14)					Střed kotlíku C (3A)				
2,0—2,9														1	1					
3,0—3,9									1	4		2	8	8	13					1
4,0—4,9				8	3				2	13	2	5	6	9	5				2	9
5,0—5,9		2	2	12	10		1	4	2	5	4	5	7	4	3			1	8	5
6,0—6,9		2	3	3	7	1	2	11	7	5	1	6	2	3	3			6	5	6
7,0—7,9	2	4	6	1	5		11	7	10		7	5	2			1	5	4	5	4
8,0—8,9	6	9	8	1		3	6	5	3		4	1				3	8	10	4	
9,0—9,9	2	2	4			10	4				4	1				6	5	1		
10,0—10,9	3	2				3	1				2					2	2	3		
11,0—11,9	4	1				4					1					5	5			
12,0—12,9	1	1				2										4				(1)
13,0—13,9	1	1				2										2				
14,0—14,9	2	1	(1)													2				
15,0—15,9	1																			
16,0 a více	3		(1)																	
Σ	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

[37]) V podobných půdních podmínkách (experiment. půda) udává S e v i m (1954) bod vadnutí pro semenáčky borovice lesní 0,55 %.

Hloubka cm	12. I.						17. II.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	21,7	24,3	23,6	19,3	17,5	25,6	24,5	23,3
10—50	35,8	43,2	42,9	33,3	27,5	46,7	40,6	43,1
10—100	71,3	77,6	74,1	66,8	55,5	89,5	76,7	86,0

Hloubka cm	20. IV.						10. V.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	24,5	21,7	23,8	23,2	19,7	28,1	22,0	23,0
10—50	42,0	41,4	47,5	41,5	34,4	49,8	37,6	43,5
10—100	79,0	82,4	85,9	83,1	64,3	93,5	63,7	83,0

Hloubka cm	17. VI.						13. VII.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	22,0	23,8	26,3	18,6	13,9	25,0	16,1	30,2
10—50	37,3	46,3	51,5	35,4	26,8	40,6	30,8	58,2
10—100	66,0	94,5	94,0	63,7	57,7	81,3	88,4	122,8

Hloubka cm	19. VIII.						30. VIII.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	20,1	23,7	24,3	20,3	12,5	25,6	22,0	29,4
10—50	35,3	45,0	46,6	39,6	22,5	44,9	38,9	53,4
10—100	67,3	90,3	91,0	69,1	48,2	83,4	—	—

Hloubka cm	29. IX.						3. XI.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	22,2	19,8	22,5	21,0	10,9	22,7	26,2	23,2
10—50	37,7	33,9	44,1	39,3	20,1	38,7	43,5	40,1
10—100	—	—	85,8	—	—	—	70,0	68,1

(místa na okraji kotlíku B bez příkopu a střed kotlíku C) Tabulka LXXV.

17. II.				19. III.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
33,4	31,3	20,1	24,5	24,1	21,1	33,6	26,9	14,7	27,7
56,8	48,7	38,7	45,7	41,4	36,8	51,6	45,8	26,1	43,4
99,9	80,5	76,2	90,5	85,3	66,8	89,2	71,2	62,4	72,3

10. V.				25. V.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
19,8	22,4	16,3	22,8	21,0	31,7	23,0	21,5	17,6	23,1
37,8	35,3	32,6	40,8	34,8	49,4	44,9	41,0	28,4	38,8
58,3	64,6	65,2	79,1	—	—	85,0	—	—	—

13. VII.				28. VII.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
30,0	28,3	19,9	23,2	21,3	24,2	23,0	20,4	15,1	25,3
52,8	50,7	31,9	41,7	36,0	44,3	41,5	36,0	24,8	45,7
101,0	97,5	54,8	81,3	—	—	73,1	—	—	—

30. VIII.				12. IX.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
25,9	19,5	17,1	31,5	26,6	19,7	19,7	16,0	12,5	23,5
49,6	36,0	31,0	55,2	42,6	32,0	32,6	33,6	22,1	40,0
92,6	—	—	—	69,8	59,8	61,4	65,8	44,1	70,3

3. XI.				6. XII.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
24,8	28,9	16,6	24,8	24,8	27,8	31,1	19,5	10,7	24,1
47,0	45,7	28,6	48,9	46,3	48,8	50,6	34,3	22,5	41,6
96,9	73,7	49,2	93,9	76,9	87,5	87,6	65,6	45,4	72,9

1956

Hloubka cm	10. I.						29. II.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	18,7	26,6	23,7	21,1	24,7	24,2	22,8	24,9
10—50	34,2	47,9	42,7	43,8	42,3	41,9	41,6	46,8
10—100	70,3	99,6	84,6	84,2	70,4	80,9	72,9	82,3

Hloubka cm	14. V.						3. VII.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	27,2	21,0	39,4	39,4	14,5	24,5	23,7	32,4
10—50	46,1	35,7	65,4	65,4	26,4	44,7	40,8	54,1
10—100	71,9	72,8	96,2	95,8	53,8	79,8	69,3	94,6

Hloubka cm	28. VIII.						28. IX.	
	10	11	12	13	14	3A	10	11
10—30	26,2	25,9	33,3	23,3	19,6	28,8	22,3	20,1
10—50	46,0	48,4	55,2	41,0	36,6	47,0	37,7	36,9
10—100	80,8	90,9	92,7	75,0	73,5	83,7	66,6	73,9

Hloubka cm	12. XII.					
	10	11	12	13	14	3A
10—30	26,8	23,9	18,7	24,0	24,7	25,9
10—50	46,6	41,1	33,6	44,5	45,2	47,3
10—100	86,7	89,3	69,3	94,3	87,2	91,9

lancovaného období, Z_1 zásobu na konci téhož období. Srážky byly určeny podle srážkoměru v těsné blízkosti (stanice 12 v kotlíku B); v březnu 1955 byla připočtena také vodní hodnota sněhu. Průsak umožnilo stanovit měření vlhkosti v hloubkách pod 100 cm (100—180 cm). Zanedbán byl povrchový odtok (není žádný), odtok půdou a zadržení srážek v nadložní pokrývce (oboje nepatrné).

29. II.				12. IV.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
35,7	22,7	18,9	22,4	25,9	26,9	28,7	23,4	21,7	33,3
57,8	40,8	35,1	60,1	44,3	51,3	51,1	44,3	35,6	59,5
93,7	72,6	66,0	100,1	84,0	97,5	91,2	80,3	61,8	106,7

3. VII.				1. VIII.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
25,0	17,1	16,3	29,3	20,7	25,2	19,3	19,1	16,8	29,3
44,2	32,2	28,5	48,3	38,3	40,8	35,0	34,5	31,0	53,9
73,6	54,4	59,3	84,7	74,0	74,8	66,1	66,4	61,0	97,0

28. IX.				24. X.					
12	13	14	3A	10	11	12	13	14	3A
25,6	16,9	12,4	22,7	27,2	26,0	40,4	22,2	21,8	30,4
41,4	36,7	26,2	38,6	50,0	49,4	70,7	44,7	35,3	57,2
74,2	76,9	53,4	71,0	94,0	90,2	111,9	78,6	61,7	100,6

Výsledek přibližného výpočtu:

v období	*výdej činil*	*srážky činily*
	průměrně denně v mm	
19. III.—20. IV. 1955	2,9	2,4[38])
20. IV.—10. V. 1955	2,1	1,3
10. V. —17. VI. 1955	1,1	2,3
17. VI.—13. VII. 1955	2,5	4,4
12. IV.—14. V. 1956	2,2	2,4

Jak je patrno, přesahuje v jarních měsících výdej vody z půdy množství srážek a musí být tudíž kryt ze zásoby vody z předchozího chladného

[38]) I se zásobou vody ve sněhu (zanedbán výpar).

1955

Zásoba vody v půdě (v mm)

Hloubka cm	12. I.			17. II.			19. III.		
	1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
10—30	37,3	25,6	33,2	22,7	24,5	26,0	20,2	27,7	25,2
10—50	58,5	46,7	56,4	41,2	45,7	42,2	34,9	43,4	43,2
10—100	99,6	89,5	97,6	83,3	90,5	72,9	64,0	72,5	75,5

Hloubka cm	17. VI.			13. VII.			28. VII.		
	1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
10—30	21,5	25,0	23,0	25,0	23,2	—	19,3	25,3	24,8
10—50	37,5	40,6	39,2	44,7	41,7	—	36,3	45,7	39,3
10—100	46,4	81,3	63,7	88,4	81,3	—	—	—	—

Hloubka cm	29. IX.			3. XI.			6. XII.		
	1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
10—30	20,1	24,7	22,5	20,0	24,8	24,8	14,7	24,1	22,2
10—50	34,6	38,7	38,9	34,4	48,9	51,3	28,0	41,6	38,1
10—100	—	—	—	66,6	93,9	89,2	59,8	72,9	65,8

1956

Pokračování

Hloubka cm	10. I.			29. II.			12. IV.		
	1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
10—30	16,6	24,2	21,8	24,6	29,4	29,2	28,1	33,3	31,8
10—50	30,2	41,9	39,3	43,8	60,1	50,8	48,3	59,5	56,2
10—100	72,7	80,9	76,6	73,7	100,1	80,4	92,0	106,7	98,0

Hloubka cm	28. VIII.			8. IX.			24. X.			12. XII.		
	1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
10—30	24,6	28,8	21,1	18,7	22,7	20,7	20,2	30,4	26,2	26,2	25,9	30,0
10—50	41,4	47,0	37,3	34,5	38,6	35,0	37,4	57,2	46,9	48,2	47,3	53,5
10—100	81,2	83,7	71,7	66,0	71,0	65,2	69,1	100,6	87,0	97,4	91,9	98,2

v severojižní ose kotlíku C

Tabulka LXXVI.

20. IV.			10. V.			25. V.		
1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
21,9	28,1	23,6	20,8	22,8	22,4	21,7	23,1	22,9
39,8	49,8	39,2	37,8	40,8	40,1	39,4	38,8	40,6
83,0	93,5	70,9	71,8	79,1	72,0	—	—	—

19. VIII.			30. VIII.			12. IX.		
1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
23,8	25,6	22,3	22,6	31,5	22,4	21,8	23,5	21,0
42,4	44,9	42,5	40,8	55,2	40,4	36,0	40,0	37,8
84,3	85,4	75,1	—	—	—	71,2	70,3	67,1

období. K totožnému závěru dospěl v podobných půdních podmínkách také Heinrich (1936).

Značný význam mají pro půdní vlhkost srážky z mlhy, mžení, případně vysloveně kondensační produkty. Při orientačním šetření v noci z 23. na 24. října 1955 jsme použili Petriho misek, naplněných k večeru zeminou a umístěných v prohlubenině, vzniklé odběrem půdy ve stejné

Tabulka LXXVI.

14. V.			3. VII.			1. VIII.		
1A	3A	5A	1A	3A	5A	1A	3A	5A
22,7	24,5	26,7	20,6	29,3	21,1	17,0	29,3	17,0
40,0	44,7	47,6	38,7	48,3	38,2	27,4	53,9	30,8
73,0	79,8	84,2	72,0	84,7	69,9	57,9	97,0	62,1

výši s úrovní okolního povrchu. Vážením byl zjištěn tento průběh půdní vlhkosti během noci (údaje ve váhových procentech z pěti paralel):

hodina	*střed velkého kotlíku*	*střed malého kotlíku*
17,00	19,3	15,8
20,00	22,0	16,0
2,00	22,4	16,4
5,00	26,8	16,1

Hloubka cm	12. I.						17. II.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	17,0	23,1	28,8	25,5	45,4	—	22,7	23,5
10—50	29,1	46,2	49,4	42,5	78,4	—	39,5	41,8
10—100	61,3	82,8	95,0	81,2	125,5	—	77,9	77,4

Hloubka cm	20. IV.						10. V.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	34,9	25,3	21,9	21,2	25,7	23,3	21,0	19,9
10—50	53,7	45,1	40,4	38,3	44,1	41,7	37,7	36,5
10—100	89,6	78,1	78,0	73,1	88,3	81,2	73,3	68,7

Hloubka cm	17. VI.						13. VII.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	20,3	20,2	21,6	15,4	24,9	—	25,2	25,1
10—50	35,2	39,7	39,0	30,3	43,5	42,7	48,3	50,4
10—100	68,3	71,3	85,5	61,6	85,4	79,2	94,2	102,1

Hloubka cm	19. VIII.						30. VIII.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	23,5	20,3	21,0	13,2	24,9	25,6	21,6	20,9
10—50	42,7	36,9	37,6	24,1	44,2	46,7	40,8	38,0
10—100	81,0	69,1	73,8	56,0	84,0	81,8	—	—

Hloubka cm	29. IX.						3. XI.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	23,8	16,5	15,9	13,7	25,3	—	25,3	18,8
10—50	42,2	33,9	27,9	27,5	42,8	—	44,8	35,1
10—100	—	—	—	—	—	—	75,7	59,9

1956

Hloubka cm	10. I.						29. II.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	23,9	16,5	21,0	19,4	22,8	22,3	33,1	29,4
10—50	44,4	34,8	34,6	36,9	39,6	42,5	69,3	62,1
10—100	92,5	85,4	69,9	69,7	79,5	81,0	111,7	99,9

(místa isolována příkopy; zásoba v mm) Tabulka LXXVII.

17. II.				19. III.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
23,5	29,7	27,1	28,8	28,5	25,5	30,4	21,5	30,9	28,0
40,6	60,3	48,3	49,5	46,7	43,2	47,1	40,2	43,9	47,2
77,5	102,6	92,4	93,0	77,2	71,7	87,9	70,3	78,1	84,8

10. V.				25. V.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
19,6	16,1	24,1	23,3	31,0	22,8	22,4	21,1	23,0	23,8
33,8	29,3	41,5	41,6	51,9	39,3	36,5	37,0	40,3	43,8
66,0	58,3	79,6	74,9	—	—	—	—	—	—

13. VII.				28. VII.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
24,3	26,2	23,9	—	22,5	20,8	19,2	15,3	23,0	22,4
44,7	47,3	44,4	—	37,7	37,3	30,6	28,3	44,3	41,8
88,3	98,1	86,1	—	—	—	—	—	—	—

30. VIII.				12. IX.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
20,8	17,8	24,1	25,4	25,7	17,1	17,5	13,0	24,0	25,5
37,5	33,8	43,9	43,5	43,1	32,2	31,6	28,9	38,3	42,9
—	—	—	—	79,8	58,8	67,4	58,9	74,8	80,8

3. XI.				6. XII.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
24,0	20,3	21,4	24,6	27,7	24,9	24,9	14,5	22,8	23,5
39,6	34,7	34,9	—	50,2	44,4	43,2	28,3	37,2	41,6
69,1	60,2	70,7	94,7	90,2	76,6	78,9	52,1	68,6	83,6

29. II.				12. IV.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
25,2	20,5	21,7	29,2	27,6	26,3	24,8	19,5	33,2	28,9
46,3	38,5	44,4	53,2	50,8	48,3	45,1	36,3	60,5	53,2
80,9	72,5	80,2	89,4	92,0	91,5	89,1	67,0	112,5	102,1

Hloubka cm	14. V.						3. VII.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	27,6	32,9	23,5	13,7	22,5	24,8	24,9	34,7
10—50	48,0	53,4	43,4	23,1	39,0	44,5	44,6	68,6
10—100	90,4	84,5	78,5	47,7	45,4	80,3	82,2	122,9

Hloubka cm	28. VIII.						28. IX.	
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P
10—30	34,0	17,3	25,9	24,5	23,5	24,9	25,2	20,6
10—50	60,2	35,5	45,7	43,9	42,3	46,8	45,0	38,3
10—100	102,6	65,4	77,0	78,3	83,6	95,9	85,8	74,9

Hloubka cm	12. XII.						Poznámka
	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP	
10—30	24,3	26,9	26,8	18,5	26,2	28,2	P = místo isolované před desukcí příkopem
10—50	40,4	47,0	44,4	31,6	48,7	48,8	
10—100	75,7	89,5	82,8	62,2	95,1	101,0	

Jak patrno, zvýšila se během rosné noci silně vlhkost povrchové vrstvy holé půdy ve středu velkého kotlíku, zatím co v malém kotlíku se kondensace prakticky neuplatnila. Tyto jevy jsou významné proto, že zejména

1955

Zásoby vody v půdě v okrajovém porostním

Hloubka cm	20. IV.				10. V.			
	10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A
10—30	20,5	22,2	22,7	21,6	18,5	15,1	18,9	19,9
10—50	36,9	43,1	39,1	40,8	34,5	27,1	35,7	36,6
10—100	—	—	—	—	—	—	—	—

Hloubka cm	19. VIII.				12. IX.			
	10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A
10—30	19,9	15,4	17,2	20,3	10,6	8,2	15,0	14,7
10—50	35,6	25,3	32,5	39,3	33,9	13,6	27,3	28,5
10—100	—	—	—	—	—	—	—	—

Pokračování tabulky LXXVII.

3. VII.				1. VIII.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
19,9	17,9	24,1	23,8	20,9	24,2	17,9	21,8	24,7	20,9
31,6	39,6	41,6	44,7	40,4	45,7	30,7	37,6	41,0	39,0
56,5	69,1	80,2	77,7	73,9	83,4	60,6	71,9	78,1	83,2

28. IX.				24. X.					
13 P	14 P	1 AP	5 AP	10 P	11 P	13 P	14 P	1 AP	5 AP
15,7	13,8	23,5	22,7	28,4	27,7	23,4	32,4	29,6	31,5
25,9	26,4	41,3	38,6	50,3	49,3	43,2	49,7	49,5	58,4
42,0	48,7	76,4	71,0	87,1	87,3	80,3	80,9	89,6	111,1

v časném podzimu za jinak bezdeštného období udržují povrchovou vlhkost půdy, jak je vidět z našich měření (na příklad v září a říjnu 1956, v srpnu 1955).

9.2 Vláhové poměry v kotlících

Ke zjednodušení operací s výsledky měření půdní vlhkosti byly všechny údaje z let 1955—1956 přepočteny z váhových na objemová procenta. Přepočet, který pak umožňuje vyjádřit obsah vody v půdě v mm vodního sloupce, byl proveden vynásobením hodnot vlhkosti v procentech váhových redukovanou objemovou vahou. Ze získaných hodnot vlhkosti v ob-

pruhu okolo kotlíku B (v mm) Tabulka LXXVIII.

17. VI.				13. VII.			
10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A
17,4	13,3	21,6	20,3	22,4	21,8	22,3	26,6
30,3	22,1	37,8	36,4	42,4	37,7	42,1	47,2
—	—	—	—	—	—	—	—

jemových procentech byla stanovena zásoba půdní vody v mm pro vrstvy 10—30, 10—50, 10—100 a 10—180 cm. Výsledky ze všech provedených měření v letech 1955 a 1956 jsou zapsány v tabulkách LXXV—LXXVIII.

Srovnáme-li mezi sebou zásoby půdní vody uprostřed velkého kotlíku B a malého kotlíku C (tabulka LXXV) zjistíme proměnlivý vztah. V některých případech vykazuje větší zásobu vody střed velkého kotlíku, jindy střed kotlíku malého. Dva soubory měření vlhkosti, jeden ze středu kot-

Hloubka cm	14. V.				3. VII.			
	10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A
10—30	19,5	16,0	17,1	19,0	22,1	15,1	16,1	13,8
10—50	33,9	25,6	31,8	35,2	36,8	24,2	29,7	22,6
10—100	—	—	—	—	—	—	—	—

Hloubka cm	28. IX.				24. X.				12. XII.			
	10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A
10—30	17,6	9,4	14,6	12,9	26,7	15,1	19,3	26,6	19,5	16,8	15,1	18,8
10—50	30,1	19,8	30,0	24,3	47,1	23,8	35,4	47,6	31,1	34,1	28,2	34,1
10—100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

líku B, druhý ze středu kotlíku C, jsme otestovali ke stanovení významnosti rozdílu mezi nimi.

Test byl vypočten podle vzorce

$$t = \frac{\bar{d}}{\sigma_d}.$$

kde $\bar{d}$ značí průměrnou diferenci obou souborů, čili

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} \qquad (n \text{ rozsah souboru} = 25)$$

σ_d je odhad směrodatné odchylky podle vzorce

$$\sigma_d = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (d_i - \bar{d})^2}{n \,.\, (n-1)}},$$

Při průměrné diferenci 1,1 mm pro vrstvu půdy 10—30 cm hloubky a odhad směrodatné odchylky 1,29 činila hodnota t 0,847. Při 23 stupních volnosti ($v = n - 1 = 23$) je 5% hranice významnosti $\alpha_{0,05} = 2,07$. Nulovou hypothesu musíme proto přijmout, neboť z důvodu pouhé náhodnosti může být veličina t stejná nebo v absolutní hodnotě větší než zjištěná hodnota t s pravděpodobností větší než statistika připouští. Je třeba proto konstatovat, že podle provedených měření půdní vlhkosti se středy obou kotlíků od sebe statisticky průkazně neliší. To potvrdila i analysa rozptylu, při níž bylo měření uprostřed obou kotlíků bráno jako dvoufaktorový pokus (1. faktor místo, 2. faktor hloubka). Vliv místa se projevil jako naprosto nevýznamný ($F = 0,964$ při jednom stupni volnosti).

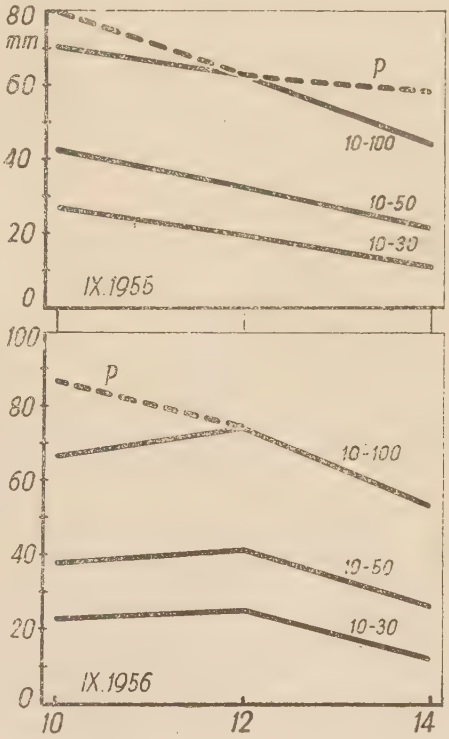
Pokud se týká diferenciace půdní vlhkosti na ploše kotlíků, není v kotlíku C podle dat uvedených v tabulce LXXVI žádných průkazných místních rozdílů. Vyskytující se rozdíly jsou nepravidelně proměnlivé vlivem náhodně nerovnoměrného rozložení půdní vlhkosti. Severní část kotlíku, která by podle logiky měla být nejsušší, vykazuje převážně vyšší obsah

Pokračování tabulky LXXVIII.

1. VIII.				28. VIII.			
10 A	11 A	13 A	14 A	10 A	11 A	13 A	14 A
23,0	13,4	14,3	13,8	24,6	11,1	16,5	19,3
38,5	25,6	27,2	25,2	42,9	18,2	31,1	31,9
—	—	—	—	—	—	—	—

vody než místa ostatní. Střed malého kotlíku je většinou vlhčí než partie při okrajích, zejména pokud nejsou chráněny před odčerpáváním vody kořeny okolního porostu. V absolutních hodnotách jsou však diference obvykle malé; v průměru všech měření činí na příklad pro vrstvu 10 až 30 cm mezi středem a severním okrajem necelé 2 mm vody.

Ve velkém kotlíku B se v obsahu vody vytvářejí často výrazné místní rozdíly (tabulka LXXV). Severní okraj je trvale nejsušší oblastí kotlíku, a to nejen ve vegetační době. Výjimky zjistíme v zimě, kdy zásoba vody v půdě může být v severní části kotlíku doplněna z tající sněhové pokrývky, zatím co ostatní místa v kotlíku nemohou sněhovou vodu přijmout pro promrzlý povrch (viz měření z ledna 1956). Srovnáváme-li mezi sebou místa na malé severojižní ose kotlíku B, pak střední část vykazuje obvykle největší zásobu vody; jen málokdy je předstižena jižní částí kotlíku. Ta, kromě nejasných případů za zimního období s velmi nerovnoměrným rozložením půdní vlhkosti, jeví se vlhčí než střed kotlíku za suchého počasí (výrazně na příklad v září 1955). Nejlépe je to patrno u místa isolovaného od desukce vody porostem (graf 55). Je však zřejmé (tab. LXXVII), že ani vliv odsávání vody nemůže zcela zastřít pořadí míst na severojižní ose kotlíku za suššího počasí. Zástin a nižší teploty ve srovnání s ostatní plochou kotlíku, při zvýšených srážkách proti porostu, projevují se tedy na jižní části velkého kotlíku B ve smyslu pedobioklimatickém kladně.



Graf 55. Vodní kapacity půdy (v mm) pro různé mocnosti profilu v severojižní ose kotlíku B (jižní okraj 10, střed 12, severní okraj 14). Hodnoty z míst izolovaných příkopem jsou vyznačeny čárkovaně (profil 10—100 cm).

Západní část kotlíku je ve vegetační době sušší než část východní, při čemž východní okraj má často větší

zásobu vody v půdě než střed kotlíku. Projevuje se tu nepochybně vliv rozložení srážek na ploše kotlíku; jak bylo uvedeno v kapitole o srážkách, má východní část kotlíku ve srážkách převahu nad ostatní plochou, dík převládajícímu západnímu proudění vzduchu. Poměry na velké ose, východozápadní, velkého kotlíku B zůstávají shodné, uvažujeme-li okraje jak bez isolace příkopem, tak s vyloučením desukce.

Východní část kotlíku B je vlhčí také proti části jižní, s výjimkou suchých období, kdy aspoň v povrchových vrstvách do hloubky asi 30 cm má větší zásobu vody zastíněná jižní část.

Odběr půdních vzorků ke stanovení půdní vlhkosti byl prováděn ve vegetační době také na čtyřech místech ve vnitřním porostním lemu okolo velkého kotlíku B. Přepočet vlhkosti na vodní zásobu v milimetrech je uveden v tabulce LXXVIII. Podle ní je možno říci, že vnitřní porostní lem je prakticky vždy sušší než přilehlý okraj kotlíku, třeba byl ten bez isolace. Značně překvapivý výsledek byl však získán, jak je patrno z tabulky, v severním porostním lemu. Ten, který podle očekávání a dosavadních údajů literatury (viz Wiedemann 1927) měl by být nejsušší, vykazoval většinou větší obsah vody než sousedící severní část kotlíku B, zvlášť výrazně v roce 1955. Ve srovnání s ostatními porostními okraji vykazoval větší zásobu půdní vody než porostní lem na východní straně kotlíku, někdy předstihl i lem na straně západní, výjimečně i jižní.

V našem případě nelze tedy říci, že by se vlivy podslunění a desukce spojily v severním porostním lemu tak, že by vzniklo Wiedemannem (l. c.) líčené ohrožení režimu stanovištní vlhkosti. Účinky oslunění a desukce projevovaly se účinněji snižováním vlhkosti přímo v kotlíku při jeho severním okraji.

Jednou z prakticky závažných úloh našeho výzkumu bylo sledovat vliv isolačních příkopů na vlhkost půdy v kotlících. Z tabulky obsahu vody v půdě v malém kotlíku C je patrné, že tam mají příkopy jednoznačně kladný účinek, neboť půda jimi isolovaná je zřetelně vlhčí. V kotlíku B tak zřetelný vliv není na všech místech zjistitelný.

K důkazu vlivu příkopů na zásobu vody v půdě jsme použili testování metodou matematické statistiky. Soubory měření z téhož místa, jeden získaný v půdě s možností kořenového odsávání, druhý z místa isolovaného příkopem a při homogenních rozptylech považovali jsme za logicky související a tudíž vhodné k aplikaci metody párových dvojic.

Použit byl t-test (Studentovo rozdělení) podle vzorce

$$t = \frac{\bar{d}\sqrt{n-1}}{\sigma_d},$$

v němž značí: $\bar{d}$ aritmetický průměr hodnot d_i,
d_i rozdíl v zásobě vody v půdě v místě isolovaném a bez isolace,
n počet pozorování a
σ_d směrová odchylka;

$$\sigma_d = \pm\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i^2 - \bar{d}^2}.$$

Výsledky výpočtu t-testu jsou obsaženy v tabulce LXXIX. Uvádíme výsledky ze všech míst, kde bylo měření vlhkosti prováděno.

Výsledky ukazují, že zásoba vody v půdě je na okrajích kotlíků — s výjimkou západní a východní strany velkého kotlíku B — ovlivněna koře-

Tabulka LXXIX.

Rozdíl mezi isolovaným a neisolovaným místem na okraji kotlíku	Hodnota t	Stupňů volnosti	Tabelovaná hodnota t pro hladinu významnosti	
			$\alpha_{0,05}$	$\alpha_{0,01}$
Kotlík B:				
S	— 2,78	24	2,06	2,80
W	— 0,52	24	2,06	2,80
N	— 2,75	24	2,06	2,80
E	1,46	24	2,06	2,80
Kotlík C:				
S	— 5,02	24	2,06	2,80
W	— 2,61	21	2,08	2,83
N	— 2,17	24	2,06	2,80
E	— 2,43	23	2,07	2,81

novým odsáváním starého porostu ve statisticky průkazné míře. Hodnoty *t*-testu až na uvedené výjimky splňují vesměs nejméně 5 % hladinu významnosti. Neprůkaznost diference mezi místem chráněným se strany porostu příkopem a místem bez příkopu na západní a východní straně kotlíku B lze si vysvětlit tím, že se náhodou v místě bez isolace příkopem nerozprostíraly sací kořeny živých stromů. Obě místa byla v blízkosti větších pařezů.

Výsledky studia ukazují na to, že isolační příkop je z hlediska vodního režimu půdy prospěšný, zejména ovšem v kotlících plošně malých, kde zóna desukce zasahuje větší část rozlohy. V písčité půdě je však možno očekávat, že se odsávání vlhkosti porostem nebude projevovat do té míry jako na půdách jemnější textury. Na píscích volná gravitační voda rychle mizí a při vysychání půdy zůstává pouze vlhkost ve formě vody stykové, málo pohyblivé respektive prakticky — vlivem rozpojitosti — ve skupenství kapalném nepohyblivé. Proto je omezen i dosah vysušení na blízké okolí sacích kořenů a proto také velký kotlík nevykazuje v našem případě souvislé pásmo snížené vlhkosti po celém obvodě. Jak o tom svědčí práce, provedená na půdách těžších (Slavík-Slavíková-Jeník, 1957) projevuje se tam vliv desukce mnohem výrazněji než v našem případě. Nelze však ani v našem případě přijmout lokální nález Heinrichův (Heinrich 1936), který na okraji boru, orientovaném k severu, nezjistil vliv odsávání vody porostem. I na zastíněné jižní straně kotlíku B, u severní stěny porostu ve smyslu Heinrichově, jsme desukci prokázali.

Ke zpřesnění výsledků studia půdní vlhkosti v jejím plošném a profilovém rozložení jakož i k prokázání funkce isolačních příkopů v kotlíku B byl materiál z pozorování v letech 1955—1956 rozebrán analysou rozptylu. Jako kriteria byla zvolena:

S_1 vliv místa na okraji kotlíku B,
S_2 vliv hloubky odběru vzorků,
S_3 vliv zásahu (příkop a bez příkopu).

Tabulka LXXX.

Analysa rozptylu

Půdní vlhkost na okrajích kotlíku B (měření 1955—1956, místa 10, 11, 13, 14)

Proměnlivost	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Rozptyl	Hodnota F	Tabelovaná hodnota F pro	
					$\alpha_{0,01}$	$\alpha_{0,05}$
místo	6.010,810	3	2.006,033	40,68	5,95	3,49
hloubka	22.326,376	4	5.581,594	113,19	5,41	3,26
zásah	78,400	1	78,400	1,59	9,33	4,75
místo × hloubka . .	1.023,333	12	858,777	17,29	4,16	2,69
místo × zásah . . .	892,786	3	297,595	6,04	5,95	3,49
hloubka × zásah . .	19,123	4	4,781	0,97	14,37	5,91
Residuální	591,706	12	49,309			
Celkový	30.942,534	39				

Kromě toho byly propočteny dílčí rozptyly, připadající na vliv interakcí (místo × zásah, místo × hloubka, hloubka × zásah). Vlhkost byla vzata do počtu z hloubky 10—50 cm. Tabulka analysy rozptylu je uvedena v tabulce LXXX. Soubory hodnot byly ovšem předem prověřeny, zda jsou vhodné k matematicko-statistické analyse (homogenita rozptylů atd.).

Z tabulky je především patrné, že se půdní vlhkost liší v kotlíku B průkazně podle míst; okraje kotlíku jsou tedy skutečně vlhkostně rozdílné. Samozřejmě je vysoce průkazný vliv hloubky odběru vzorků, jenž se na celkovém rozptylu podílí mírou největší. Vliv zásahu samého se však jeví jako neprůkazný. Nelze tedy skutečně tvrdit, že by příkop na všech místech projevoval očekávaný účinek — zvýšení půdní vlhkosti. Že však nelze příkop zavrhnout, je jasně patrno z vysoce průkazné hodnoty interakce místo × zásah. Jinak řečeno, příkop se projevil jako účinný pouze v některých případech, jak to ukázal již před tím běžný rozbor materiálu. Vysoce statisticky průkazné je spolupůsobení místa a hloubky, naznačující rozličné rozložení půdní vlhkosti v profilu půdy na různých okrajích. Naproti tomu naprosto bezvýznamný je vliv interakce hloubka × zásah: místa isolovaná příkopem mají shodný průběh vlhkosti v půdním profilu s místy bez isolace.

9.3 Závěry

Půdy vyšších teras v oblasti bědovických Borů jsou odkázány toliko na vodu srážkovou jako zdroj půdní vlhkosti. V průběhu tří let výzkumu byla vždy zjišťována největší vlhkost v povrchových vrstvách, nízká vlhkost s malým kolísáním pak v hloubce okolo 1 m a hlouběji.

Pokud se týká vlhkosti půdy v kotlících, vykazuje malý kotlík C na své ploše jen malé rozdíly mezi obvykle nejvlhčím středem a sušší mi okraji. Pozorovatelně sušší okraje jsou tam, kde není isolace proti odsávání vody okolním porostem, které se v malém kotlíku projevuje na všech okrajích. Při srovnání středu malého kotlíku se středem kotlíku velkého nebyly

nalezeny průkazné rozdíly v obsahu půdní vody. Mikroklimaticky podmíněné okrajové rozdíly jsme v malém kotlíku nenašli.

Kotlík B vykazuje naproti tomu dosti výrazné rozdíly, zejména také mikroklimaticky podmíněné diference na okrajích. Povšechně největší zásobu půdní vody vykazuje východní okraj, pak střed kotlíku. Toliko za suchých období vykazuje největší zásoby vody jih. V tomto rozložení vlhkosti se v prvém případě uplatňuje patrně rozhodujícím způsobem plošné rozložení srážek ve druhém ochrana před povrchovým výparem (zástin). Nález Ramannův (Ramann 1897), že exposiční rozdíly půdní vlhkosti v kotlíku podmiňuje oslunění, je tedy třeba doplnit o vliv plošného rozložení srážek.

Severní část je pochopitelně nejsušší, a to po celý rok, tedy i v zimě. Druhou suchou částí kotlíku je ve vegetační době západní okraj. Menší obsah půdní vody je na obou uvedených okrajích způsobován především výparem; na západě se může též uplatňovat dešťový stín.

Analysa rozptylu potvrdila průkaznost místních změn půdní vlhkosti. Prokázala také vliv isolačních příkopů (zaházených) na zvýšení půdní vlhkosti v důsledku přerušení odběru vody okolním porostem.

Sledování vlhkosti v porostním lemu okolo kotlíku ukázalo podle očekávání zhoršené poměry v obsahu půdní vody proti přilehlému okraji uvnitř kotlíku. Výjimkou byl lem na straně severní. Tuto skutečnost, odporující všem dosavadním názorům, bude zapotřebí přezkoušet na početnějším materiálu.

Období výzkumu bylo z hlediska studia půdní vlhkosti nepříznivé (značné srážky, bez výrazných suchých období). Proto nebyl nikdy zastižen kritický stav zásobování rostlin vodou. Bylo by velmi žádoucí doplnit provedené výzkumy novým měřením v době celkově suchého rázu.

Z lesnicko-pěstebního hlediska nebyly mezi malým kotlíkem C a velkým B shledány závažné rozdíly ve vláhovém režimu. Je možno toliko říci, že velký kotlík nabízí větší plochu s příznivými poměry hydropedologickými než kotlík malý, zejména použije-li se isolačních příkopků. Jejich zřízení je nesporně prospěšné, i když se na písčité půdě desukce vody porostem okolo kotlíku neprojeví tak pronikavě jako v půdách jemnější textury.

III. Stručný souhrn poznatků pro lesnickou praxi

Výzkum mikroklimatického a vodního režimu v kotlíkové seči byl prováděn na Pokusné ploše v Bědovicích v borových porostech na čtvrtohorních písečných náplavech bez dostupné podzemní vody.

Jeho účelem nebylo řešit pěstební otázky, spojené s přeměnou borových monokultur a obnovou borových porostů. Měl přinést základní poznatky o prostředí, které pěstitel vytvořil ve dvou typech jím vybraných kotlíků, a to jako podklad pro jeho další úvahy.

Vlastním objektem výzkumů byly tedy dva kotlíky: jednak kotlík kruhového tvaru a charakteristického čísla přibližně 0,7, jednak větší kotlík eliptického tvaru (charakteristické číslo velké osy 1,88, malé osy 1,12)

a s orientací velké osy přibližně ve směru západoseverozápad — východojihovýchod.

Dosti podrobné výzkumné práce byly rozděleny na několik etap. V první etapě byly sledovány kotlíky holé, bez nárostu, aby bylo možno přesně zkoumat kotlíkové mikroklima v ovzduší i v půdě. Výsledky této etapy jsou v předložené práci rozbírány.

Tyto výsledky ovšem neplatí pouze pro úzkou oblast výzkumu. Pro lesnickou praxi je významné to, že je možno je aplikovat v širokém měřítku na všechna stanoviště našich borů na píscích s hlubokým půdním profilem, avšak bez dostupné podzemní vody.

Výzkum přinesl také řadu poznatků základního charakteru o mikroklimatu v kotlíkové seči a jeho denní i sezónní dynamice. Tyto poznatky lze aplikovat na kotlíkové seče u nás vůbec.

Podrobné závěry jsou uvedeny na konci každé kapitoly v II. oddílu předložené práce. Na tomto místě uvádíme pouze stručné zhodnocení, které může lesnická praxe použít přímo a v různých stanovištních podmínkách.

Malý kruhový kotlík se jeví za povšechně vlhké povětrnostní periody jako bioklimaticky vyrovnané, ne nepříznivé prostředí pro existenci mladých dřevin na vysýchavých píscích. Za jinak téměř shodných podmínek teplotních a vlhkostních — jež jsou také velmi blízké poměrům porostním v nadzemním bioklimatu — je příznivá zvláště střední část kotlíku se svou vyšší půdní vlhkostí; severní okraj je po část léta — při půdní vlhkosti shodné s ostatními okrajovými partiemi — teplejší a v ovzduší i poněkud sušší.

Za povětrnosti vláhově méně příznivé je možno očekávat podstatné zhoršení ekologických podmínek pro nárost mladých dřevin v malém kotlíku. V takovém případě se uplatní nepříznivě především odběr vody okolním porostem ze značné části jeho plochy, ležící nadto v dešťovém stínu porostních stěn. Dále přijde v úvahu nepatrná nebo žádná noční kondensace a nepřerušený noční výpar.

Kontinuita porostního podnebí — proti rozšířenému paušálnímu opačnému názoru — má zřejmě z lesnicko-pěstebního hlediska své vážné nevýhody.

U obnovných sečí je z pěstebního hlediska důležité získat co možno největší plochu s optimálními podmínkami pro obnovu. Naše studie ukázaly, že v daném přírodním prostředí malý kotlík tomuto požadavku nevyhovuje. Plocha takových vlastností má v něm rozměry skutečně minimální; malý kotlík s průměrem „na výšku stromu“ a menším není proto, jak se domníváme, ekonomickým využitím prostředí.

Používáním tak malých kotlíků nevyužívá pěstitel v dostatečné míře všech příznivých účinků v oboru mikroklimatického a vodního režimu, jaké kotlíková seč může vytvářet a pro něž je od doby Gayerovy oceňována.

Pěstitel dosáhl toliko maximálně možné plochy, která si v zásadě podržuje hlavní rysy podnebí okolního borového porostu. Avšak zachovat souvislost porostního klimatu neznamená vytvořit vždy a u všech mikroklimatických prvků a za všech povětrnostních stavů optimální životní podmínky pro nárost a nálet. Má-li každé obnovní opatření mít za cíl zlepšení životních podmínek mladých dřevin především za extrémních povětrnostních situací, pak nemůžeme kotlíky charakteristického čísla 1

a menší považovat za vhodné k použití při přeměnách borových porostů, v nížinách a na vysýchavých půdách.

Větší ze studovaných kotlíků, kotlík eliptického tvaru, vykázal v plné míře vyvinuté specifické kotlíkové mikroklima. Jako činitel základního významu pro prostorovou i časovou dynamiku tohoto mikroklimatu vystupuje oslunění a jeho změny v průběhu dne i během ročních období. Regulací tohoto faktoru volbou velikosti a tvaru kotlíku může lesník do značné míry řídit kotlíkové mikroklima.

Eliptický tvar kotlíku za daných rozměrů vytváří porostní stěnou na jihu zástin tak, že pohyb maximálních hodnot teploty a vlhkostních minim se děje jen v pásmu mezi západním-severním-východním okrajem a středem, aniž však ten je zasahován ve významnější míře. Ve zmíněném pásmu leží místa z celé plochy kotlíku nejteplejší a s největší potenciální schopností atmosféry odnímat vodu. Od jara k létu a k podzimu pohybuje se jejich lokalizace mezi severními a severovýchodními okrajovými partiemi. Severovýchodní okraj je možno označit za nejextrémnější.

V létě druhou nejteplejší částí je strana západní; ráno je ovšem nejteplejší vůbec. Mírné natočení kratší osy kotlíku ze směru jih-sever ve smyslu ručiček hodinových působí příznivě na omezení ranního, ekologicky nevhodného oslunění.

Chladnou plochou je ve vegetační době především jižní část kotlíku a také — díky orientaci os — značná část východní strany. V noci a ráno je chladný střed kotlíku.

V chladné roční době, kdy se v kotlíku projevuje v oboru záření vliv dlouhé noci, je nejchladnějším místem trvale střed. Při tom však nelze říci, že by velký kotlík daných rozměrů vykazoval sklon k výskytu mrazíků.

U velkého kotlíku může pěstitel počítat s bohatým přívodem vody srážkami na téměř celé jeho ploše. Jako nejpříznivější v přívodu vody se jeví středové partie a část východní; znatelně chudší je zásobování vodou na okrajích ležících v závětří vzhledem k převládajícím větrům (okraj západní až jižní).

Rozložení půdní vlhkosti na ploše kotlíku větší velikosti se vytváří za spolupůsobení plošně rozdílných mikroklimatických prvků (různá teplota, výparnost), pod vlivem plošného rozložení srážek (vliv návětří a závětří) i jakosti půdní pokrývky (druh, síla, hustota). Za celkově příznivé povětrnosti — pokud se vláhových poměrů týká — je vlhkostně nejpříznivější východní a střední část kotlíku (vliv rozložení srážek), za suché povětrnosti jižní část kotlíku (vliv ochrany před výparem). Celoročně (i přes zimu) je suchý okraj severní, dosti suchý je i západ.

Odsávání vláhy porostem může ovlivňovat okrajové partie velkého kotlíku. Bylo námi prokázáno na zastíněném jižním i výslunném severním okraji.

V celku poskytuje velký eliptický kotlík podstatně větší plochu s příhodnými bioklimatickými poměry pro obnovu než kotlík malý. Méně příznivé poměry při západním až severovýchodním okraji lze překonat rychlým vytvořením nového porostního klimatu nárostu (okamžitá obnova v dostatečně hustém sponu) při současné ochraně půdního mikroklimatu (isolační příkop na okraji porostu, na těžších půdách ochrana půdní pokrývky).

Z hlediska lesnického vodního hospodářství je třeba považovat kotlíkovou seč za kladné obnovní opatření, jež vodohospodářské funkce lesního porostu neruší, ba spíše podporuje.

*

Rozsáhlejší dílo se neobejde bez účasti kolektivu pracovníků. Dlouhodobý výzkum shromáždí ke spolupráci mnoho lidí. Aniž uvádím všechna ta početná jména, na něž s vděčností vzpomínám, děkuji v závěru všem, kteří přispěli k vzniku této práce.

Považuji za svou povinnost vyjádřit zvláštní dík bývalému řediteli Výzkumného ústavu lesního hospodářství inž. dr. K. Čermákovi za neobyčejnou podporu celé práce a svým spolupracovníkům, inž. V. Fojtovi a D. Oulické, za obětavou práci v terénu i v kanceláři.

Микроклимат и водный режим котловинных рубок в сосновых насаждениях

Исследования микроклимата и водного режима в котловинных рубках проходили на стационере Бедовице (северовосточная Чехия, $\lambda = 16^0 01' 50''$ в. от Гр., $\varphi = 50^0 11' 47''$; высота над уровнем моря 260 м) в чистых сосновых насаждениях на дилювиальных песках без доступной грунтовой воды. В первом этапу работ объектом исследований стали два типа котловинной рубки: 1. кольцевая рубка, характерный номер[1]) около 0,7, которую рекомендовал для похожих местообитаний местный лесовод и которой в Чехословакии пользовались, 2. эллиптическая котловинная рубка (характерный номер малой оси 1,12, большой оси 1,88), ориентация большой оси в направлении ЗСЗ-ВЮВ, как она в настоящее время порекомендована для преобразования сосновых монокультур. В течение первого этапа исследовательских работ мы содержали рубки без возобновления.

Значительно широкие исследовательские работы, которых итоги содержит предложенная статья, приносили ряд сведений основного характера о биоклимату котловинных рубок и водном режиму их почвы. Мы обращали внимание прежде всего на распределение микроклиматических элементов на площади рубок и на суточную и сезонную динамику микроклимата. Исследовалась радиация и инсоляция, температура воздуха и почвы, жидкие и твердые осадки, влажность воздуха, испаряемость, роса, снежный покров и почвенная вода.

Наблюдения организованы отчасти как ежедневные срочные измерения (напр. температура воздуха и почвы в 7,14 и 21 ч., осадки и роса в 7 ч. СЕВ) в 1954—1956 гг., отчасти протекали как подробные круглосуточные или многодневные измерения с отсчетом инструментов в коротких промежутках времени (1954—1958). Почвенные образцы мы отбирали через 14—30 дней в 2—3 параллелях. Очень обширные материалы наблюдений перенесенны на перфоркарты и обрабатываны с помощю статистических машин. При обработке многих элементов мы воспользовались высшими математическо-статистическими приемами (т- и χ^2-тест, корреляция, вариационный анализ). Для температуры воздуха и почвы мы сделали попытку оценить разности температур между отдельными микроклиматическими станциями действительно микроклиматологическим способом, т. е. перевести их на долговременную средную величину (20 годов).

Измерения показали, что малая кольцевая котловинная рубка находится в каждом направлений под влиянием климата насаждения, характер которого она лишь немного изменяет. Несмотря на то, что в течение года мы можем в данных микроклиматических элементов — прежде всего в центре рубки — угадать влияние усиленного радиационного баланса, оставаюсь качественные и количественные разности между насаждением и малой котловинной рубкой — и даже по большей части между отдельными местами внутри рубки — экологически маловажными. В температуре воздуха и почвы, подобно как во влажности воздуха и испаряемости оставается непрерывность климата насаждения практически почти сохраненной. Благодаря большей эффективной радиации протекают кондензационные процессы в малой котловинной рубке более интенсивно чем в насаждении, впрочем только в центре рубки. Тот же фактор совместно с затенением площади рубки перед прямыми лучами солнца уменьшает интенсивность таяния снега по сравнению с интенсивностью таяния в насаждении. Таким образом продолжается немного продолжительность снежного покрова в рубке.

Количество осадков в центральной части малой котловинной рубки равняется количеству осадков вне леса на открытом месте, окраины показают меньше осадков на 10 %.

Во возобновительных рубках лесоводы хотят приобретать самую большую площадь рубки с оптимальными условиями среды для возобновления. Малая котловинная рубка в этом отношении при данных условиях невыгодная.

Большая эллиптическая котловинная рубка показала развитый самостоятельный микроклимат. Прямая солнечная радиация и ей суточные и сезонные изменения — самый важный фактор пространственной и временной динамики микроклимата рубки. Мнимое движение солнца в течение года управляет передвижением области высших температур и низших влажностей в рубке от опушки на севере к середине и обратно. Суточное мнимое движение вызывает сдвиг этой зоны от западной половины через северной часть к восточной в мере, которая меняется в зависимости от сезона года.

Самой экстремальной окраиной эллиптической большой рубки является северово-

---

[1]) Характерный номер — отношение диаметра рубки к высоте насаждения.

сточная окраина, так как именно там создается микроклиматически обусловленный максимум температуры и испаряемости во время суточного максимума температуры. Вторая самая теплая часть рубки летом — западная часть; утром она самая теплая вообще. Незначительный сдвиг оси рубки из направления С—Ю во смысле движения стрелки проявился благоприятно сокращением прямой, экологически неблагоприятной солнечной радиации рано утром. Это проявляется также определенной инерцией ночного характера климата рубки утром.

В течение вегетационного периода представляет южная часть котловинной большой рубки и — благодаря ориентации осей рубки — также существенная площадь восточной стороны холодную зону. Ночью и рано утром является как холодная зона центральная часть рубки. В течение холодной половины года центр рубки — самое холодное место за сутки. Однако мы не можем сказать, что бы котловинная рубка данного размера показывала склонность к заморозкам, опасным для лесоводственных мероприятий.

В большой эллиптической котловинной рубке может лесовод рассчитывать на обильную подачу атмосферной воды: осадки там выше количества осадок на открытом месте вне леса (в центре рубки количество жидких осадков выше на 3 %, твердых на 14 %). Это улучшение центральной части рубки в сравнении с открытым местом является пропорциональным силе дующего ветра. Исследования установили далее неравномерное, эксцентричное размещение количества осадков на площади рубки, именно под влиянием направления ветра. Что касается снабжения атмосферной водой, самыми влагоприятными частями — центр и восточная сторона котловинной рубки; значительно хуже является снабжение этих окраин, которые лежат на подветренной стороне (запад и юг).

У большой котловинной рубки более росы чем у малой. Разницы между этими рубками выделяются прежде всего в этих типах погоды, которые угрожают молодым деревьям засухой. Большая котловинная рубка представляет далее резервуар снеговой воды, потому что интенсивность снеготаяния сильно понижается. Это вместе с отличающимся качеством снегового покрова ведет к более длинной продолжительности снега в рубке по сравнению с малой котловинной рубкой, со спелым сосновым насаждением или с открытым местом вне леса.

Распределение влажности почвы на площади большой котловинной рубки протекает под влиянием климатических элементов (температуры, испарения), распределения количества осадков в рубке и почвенного покрова (мхи итд.). Во время благоприятной в общих чертах погоды является — что касается условий влажности — самой влажной частей рубки восточная сторона и центральная зона (влияние распределения осадков); во время засушливой погоды самая влажная южная сторона (влияние защиты южной опушкой перед обильным испарением). Северная сторона рубки оставается круглый год (тоже зимой) засушливой; очень сухая тоже западная часть.

Десукция почвенной воды спелым насаждением вокруг рубки может оказывать влияние на окраинные части большой котловинной рубки; в малой рубке ее влияние может забирать большую часть площади рубки.

В общем и целом предлагает большая эллиптическая рубка значительно большую площадь для возобновления с благоприятными экологическими условиями чем рубка малая. Менее благоприятные условия у западной и до северовосточной опушки мы можем преодолеть скорым прежде всего исскуственным возобновлением и дальнейшими обычными лесоводственными мероприятиями.

Большая котловинная рубка является пригодной для преобразования сосновых монокультур на сухих песчанных почвах.

С точки зрения лесной гидрологии надо считать котловинную рубку положительным возобновительным лесоводственным мероприятием, которое гидрологические функции лесного насаждения совсем не нарушает, даже скорее поддерживает.

Das Mikroklima und der Wasserhaushalt der Kieferlochkahlschläge.[1])

Die Erforschung des Mikroklimas und Wasserhaushaltes im Lochkahlschlag haben wir auf der Versuchsfläche Bědovice (Nordost-Böhmen, $\lambda = 16^0\,01'\,50''$ östl. v. Greenw., $\varphi = 50^0\,11'\,47''$; Seehöhe 260 m) in Kieferbeständen durchgeführt, die auf diluvialen Schlemmsandböden ohne erreichbares Grundwasser wachsen. Den Gegenstand der

[1]) Ausführliche Zusammenfassung in deutscher Sprache siehe: Communicationes Instituti Forestalis Čechosloveniae, Vol. 1, Praha 1959, Seite 1—14.

Forschung in der I. Etappe der Arbeit bildeten zwei Lochkahlschlagtypen: 1. Kreisrunder Lochkahlschlag mit der Kennzahl von etwa 0,7, der für ähnliche Standorte seitens des dortigen Forstwirtes empfohlen und in Kieferbeständen der Tschechoslowakei angewendet wird, 2. elliptischer Lochkahlschlag (Kennzahl der kleinen Achse 1,12, der grossen 1,88) mit der ungefähr in der WNW-ESE Richtung orientierten grossen Achse, wie derselbe neulich für die Umgestaltung von Kiefermonokulturen empfohlen wurde. Während dieser Arbeitsetappe wurden die Lochkahlschläge ohne Verjüngung gehalten.

Die ziemlich eingehenden Forschungsarbeiten, deren Ergebnisse aus der ersten Etappe (1954—1956, evtl. 1958) in der vorliegenden Arbeit zusammengefasst sind, haben eine Reihe von Erkenntnissen grundsätzlichen Charakters über das Bioklima des Lochkahlschlages und den Wasserhaushalt seines Bodens gebracht. Unsere Aufmerksamkeit wurde vor allem zur Flächenverteilung der mikroklimatischen Elemente und zur ihren täglichen und jahreszeitlichen Dynamik in beiden Lochkahlschlagtypen gerichtet. Man studierte die Strahlung und Besonnung, die Luft- und Bodentemperatur, flüssige und feste Niederschläge, die Luftfeuchtigkeit, das Verdunstungsvermögen, den Tau, die Schneedecke und die Feuchtigkeit des Bodens.

Die Beobachtungen wurden teils als dreijährige tägliche Terminmessungen organisiert (z. B. Luft- und Bodentemperatur in 7, 14, 21^h, Niederschlag und Tau in 7^h MEZ), teils als ausführliche ambulante, ein- oder mehrtägige Messungen, mit dem Ablesen der Instrumente in kurzen Zeitabständen, durchgeführt. Die Bodenproben wurden je 14 bis 30 Tage in 2—3 Paralellen entnommen. Das sehr umfangreiche Beobachtungsmaterial wurde grösstenteils auf die Lochkarten übertragen und mit Hilfe der statistischen Maschinen bearbeitet. Bei der Bearbeitung mancher Elemente benutzte man das höhere mathematisch-statistische Verfahren (t und χ^2-Test, Korrelation, Streuungsanalyse). Bei der Luft- und Bodentemperaturdifferenzen hat man auch den Versuch gemacht, die Unterschiede zwischen den einzelnen mikroklimatischen Stationen (Messstellen) wirklich mikroklimatologisch werten, d. h. auf einen langfristigen (20jährigen) Durchschnitt zu bringen.

Unsere Messungen haben gezeigt, dass der kleine runde Lochkahlschlag in jeder Richtung unter dem entscheidenden Einfluss des Bestandesklimas steht, dessen Charakter er nur wenig ändert. Wenn man auch — vor allem inmitten des kleinen Lochkahlschlags — während des ganzen Jahres in den Werten der mikroklimatischen Elemente den Einfluss einer erhöhten Strahlungsbilanz aufspüren kann, sind die qualitativen und quantitativen Unterschiede zwischen dem Bestand und dem kleinen Lochkahlschlag — und meistenteils auch zwischen verschiedenen Stellen dieses Lochkahlschlages — ökologisch belanglos. Im Bereiche der Luft- und Bodentemperatur bleibt die Kontinuität des Bestandesklimas praktisch beinahe erhalten; ähnlich verhält sich es auch mit der Luftfeuchtigkeit und dem Verdunstungsvermögen. Dank einer grösseren effektiven Radiation verlaufen die Kondensationsprozesse im kleinen Lochkahlschlag intensiver als im Bestande, allerdings nur in der Mitte des Lochkahlschlags. Derselbe Faktor gemeinsam mit der Beschirmung der Fläche vor der direkten Besonnung erwirkt dem Bestand gegenüber eine Reduktion der Schneeschmelzintensität und dadurch auch kleine Verlängerung der Dauer der Schneedecke.

Die Niederschlagsmengen der Mittelpartien des kleinen Lochkahlschlags gleichen denjenigen der freien Fläche, die Randgebiete weisen um etwa 10% weniger Niederschläge auf.

Bei den Verjüngungshieben hat man waldbaulich womöglich die grösste mit den optimalen Verjüngungsbedingungen ausgestattete Fläche zu gewinnen. Unsere Studie hat gezeigt, dass unter den gegebenen natürlichen Bedingungen (diluviale Sandböden ohne Grundwasser) das Ausmass des kleinen Lochkahlschlags nicht ein derartiges ist, um eine mit solchen Bedingungen ausgestattete Fläche darzustellen.

Der grosse elliptische Lochkahlschlag zeigte ein vollkommen entwickeltes Lochkahlschlag-Mikroklima. Die Sonnenbestrahlung und deren Tages- und Jahresänderungen bilden einen entscheidenden Faktor der Raum- und Zeitdynamik des Mikroklimas. Die scheinbare Jahresbewegung der Sonne am Himmel steuert während der Vegetationsperiode die Wanderung von Zonen höherer Temperaturen und niedrigerer Feuchtigkeit im Lochkahlschlag vom Nordrand gegen die zentralen Partien zu und zurück. Die tägliche scheinbare Bewegung bewirkt die Verschiebung dieser Zone von der westlichen Hälfte der Lochkahlschlagfläche über den Nordteil nach dem Ostteil in einem Ausmasse, das sich je nach der Jahreszeit ändert.

Den Nordostrand kann man als den extremsten bezeichnen, denn dort eben entsteht im Sommer das mikroklimatisch bedingte Temperatur- und Verdunstungs-

vermögen-Maximum zur Zeit im allgemeinen höchsten Temperatur im Tagesgange. Die zweitwärmste Seite ergibt im Sommer die Westseite; des Morgens ist sie überhaupt am wärmsten. Eine kleine Verschiebung der Lochkahlschlagachsen aus der Nord-Südrichtung im Uhrzeigersinne wirkt sich durch eine Einschränkung der frühen, ökologisch ungünstigen Sonnenbestrahlung vorteilhaft aus. Diese Auswirkung zeigt sich auch durch eine gewisse Trägheit des nächtlichen Charakters des Lochkahlschlagklimas während der Morgenstunden.

Während der Vegetationsperiode gilt vor allem der Südteil des Lochkahlschlags und dank der Achsenorientierung auch ein beträchtlicher Teil der Ostseite als kalte Zone. Während der Nacht und in der Früh bleibt die Mitte des Lochkahlschlags kalt. Während der kalten Jahreshälfte ist die Mitte dauernd die kälteste Stelle. Trotzdem kann man jedoch nicht sagen, dass der grosse elliptische Lochkahlschlag eine Frosttendenz aufweisen würde, die waldbaulich gefährlich ist.

Beim grossen Lochkahlschlag kann der Forstwirt mit einer reichen Wasserzuführung rechnen: die atmosphärischen Niederschläge übertreffen bis zu einem gewissen Grade selbst die auf das freie Gelände niedergehende Niederschlagsmenge. Die Lochkahlschlagmitte weist eine höhere Regen- (um 3 %) und vor allem Schneemenge (um 14 %) im Vergleich mit den zur selben Zeit durch den Messapparat der Freifläche gemessenen Niederschlägen auf. Diese Aufbesserung der Mittelpartien der freien Fläche gegenüber ist der Stärke des gerade herrschenden Windes proportinell. Die Untersuchungen haben ferner eine ungleichmässige exzentrische Verteilung der Niederschläge über die Lochkahlschlagfläche — unter dem Einfluss der Windrichtung — erwiesen. Was die Niederschlagswasserlieferung anbelangt, erscheinen als die günstigsten Partien die Mitte und die Ostseite; wesentlich ärmer ist die Wasserversorgung in denjenigen Randgebieten, die an der Leeseite in Bezug auf die vorherrschenden Winde (westlich bis südlich) liegen.

Der grosse Lochkahlschlag ist viel taureicher als der kleine. Die Unterschiede zwischen ihnen treten vor allem zu einer Zeit, als die Wasserbilanz junger Holzarten kritisch sein kann. Dieser Lochkahlschlag stellt weiter das Schneewasserdepot dar, weil die Intensität der Schmelze stark herabgesetzt ist. Dies, zusammen mit einer abweichenden Schneequalität ist für die längere Erhaltung der Schneedecke als anderswo entscheidend.

Die Verteilung der Bodenfeuchtigkeit über der Fläche des grossen Lochkahlschlags geschieht bei der Wirkung von klimatischen Elementen (Temperatur, Verdunstung), unter dem Einfluss der Flächenverteilung der Niederschläge und unter dem Einfluss der Bodendecke. Bei einer im allgemeinen günstigen Witterung ist — was die Feuchtigkeitsbedingungen anbelangt — der Ost- und Mittelteil am günstigsten (der Einfluss der Niederschlagsverteilung); bei trockenem Wetter ist es der südliche Teil (Einfluss des Schutzes vor der Verdunstung). Die Nordseite bleibt ganzjährig (auch über den Winter) trocken und ziemlich trocken ist auch der Westteil.

Die Absaugung der Feuchtigkeit seitens des Bestandes kann die Randpartien des grossen Lochkahlschlags beeinflussen.

Im grossen Ganzen bietet der grosse elliptische Lochkahlschlag eine wesentlich grössere Fläche für die Verjüngung mit günstigen ökologischen Bedingungen als der kleine. Die weniger günstigen Verhältnisse am West- bis Nordostrande kann man durch eine rasche, überwiegend künstliche Verjüngung in einem genügend dichten Verbande, durch die Wahl einer diesen Partien angepassten Holzart und durch den Schutz der überlagerten Bodendecke überwinden.

Der grössere elliptische Lochkahlschlag erscheint uns demnach als zweckmässig für die Umgestaltung von Kiefermonokulturen auf trockenen sandigen Böden.

Vom Standpunkt der forstlichen Wasserwirtschaft aus muss man den Lochkahlschlag für eine positive Verjüngungsmassnahme halten, welche die wasserwirtschaftlichen Funktionen des Waldbestandes gar nicht stört, ja diese vielmehr fördert.

LITERATURA

Aichele H.: Beitrag zum Mikroklima eines Käferkahlschlages. Archiv d. wiss. Gesellschaft f. Land- u. Forstwirtschaft, 1949 (1).

Albert R.: Die ausschlaggebende Bedeutung des Wasserhaushaltes für die Ertragsleistungen unserer diluvialen Sande. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 56. 1924.

Albert R.: Der waldbauliche Wert der Dünensande, sowie der Sandböden im allgemeinen, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 57, 1925.

Bauer W. - Buschner R.: Beitrag zur Messung der Lufttemperatur mit verschiedenen Formen des Strahlungsschutzes. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes, 3. 1955 (19).

Baumann H.: Die Bodenfeuchtebestimmung und ihre Auswertung für die Landwirtschaft. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (32).

Baumbach S.: Vergleichsmessungen mit verschiedenen Verdunstungsmessern unter definierten Versuchsbedingungen. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (35).

Baumgartner A.: Verschiedener Schneehaushalt von Fichte- und Buchenbeständen. Allgem. Forstzeitschrift, 11. 1956 (10).

Bencze P.: Az erdeifenyöcsemete legkedvezöbb öntözövízszükségletének meghatározása tenyészedényekben. (Stanovení množství zavlažovací vody, jež je nejlepší pro sazenice borovice.) Erdészeti tudományos intézet évkönyve, 1. 1951 (1953).

Beninde H.: Der Wasserfaktor im Kiefernverjüngungsbetrieb. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 71. 1939.

Bolz H. M.: Der Einfluss der infraroten Strahlung auf das Mikroklima. Abhandlungen d. Met. Dienstes d. DDR, 1951 (7).

Boss G.: Die Brauchbarkeit des Piche-Evaporimeters bei Verdunstungsmessungen. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (35).

Boušková V.: Výsledky měření rosy methodou Duvdevaniho. II. celostátní meteorologická konference v Bratislavě 21.—26. IX. 1953, Sborník dokumentů, Praha 1954.

Braak O.: Einfluss des Windes bei Regenmessungen. Gerlands Beiträge zur Geophysik, 50. 1937.

Burger H.: Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitteil. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 13. 1922 (1).

Burger H.: Einfluss des Waldes auf die Höhe der Schneedecke. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 99. 1948.

Büdel A. D.: Strahlungsschutz am Thermometer. Das Wetter, 50. 1933.

Bühler A.: Der Waldbau. I.—II. Stuttgart 1918—1927.

Čubukov L. A.: Komplexnaja klimatologija. Moskva 1949.

Čubukov L. A.: Komplexní klimatologie. Praha 1953.

Danckelmann B.: Spätfrostbeschädigungen im märkischen Walde. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 30. 1898.

Derevickij N.: Brakovka „somniteľnych" dat pri opredelenii vlažnosti počvy. Počvovedenie, 1957 (2).

Duvdevani S.: An optical method of dew estimation. Quarterly Journal of the Royal Met. Soc., 73. 1947.

Duvdevani S.: Dew observation and their significance. New methods in dew estimation. Proceedings of the United Nations scientific conference on the conservation and utilisation of resources, Lake Succes, 1949.

Engler A.: Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mittel. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 12. 1919.

Ernst F.: Wasserhaushalt unter Waldbestockung in Glimmerschiefer und Phyllitverwitterungsböden während der Vegetationszeit 1924. Mitteil. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns, 1928 (19).

Falckenberg G.: Muldenfrost und Frostflächen in Waldlichtungen. Met. Zeitschrift, 48. 1931.

Fekete L.: Beobachtungen über den Einfluss der Wälder auf das Schmelzen des Schnees. Forstwirtschaftl. Blätter, 19. 1880.

Fischbach K.: Über den Einfluss des Waldes auf atmosphärischen Niederschlag und das Eindringen des Wassers in den Boden. Met. Zeitschrift, 10. 1893.

Fischbach K.: Gelegentliche Beobachtungen über Thaubildung und deren Bedeutung für die Pflanzen. Met. Zeitschrift, 15. 1898.

Flohn H.: Witterung und Klima in Mitteleuropa. Zürich 1954 (2. vyd.).

Fricke K.: „Licht- und Schattenholzarten", ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen, 30. 1904.
Galachov N. I.: Snegovoj pokrov v lesu. Meterologija i gidrologija, 1937 (7); 1940(3).
Galachov N. N.: Vlijanie lesoobrazujuščich porod na tajanie sněžnogo pokrova. Voprosy izučenija snega i ispoľzovanija ego v narodnom chozjajstve. Akad. nauk SSSR, Moskva, 1955.
Gayer K.: Der Waldbau. Berlin 1880 (1. vyd.).
Geiger R.: Das Stationsnetz zur Untersuchung der bodennahen Luftschichten. Deutsch. Met. Jahrbuch v. Bayern, 1. Jahresbericht 1923. München 1924. 2. Jahresbericht 1924. München 1925.
Geiger R.: Über selbstständige und unselbstständige Mikroklimate. Met. Zeitschrift, 46. 1929.
Geiger R.: Gibt es eine Lufttemperatur der bodennahen Luftschicht? Bioklim. Beiblätter, 1. 1934.
Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1950 (3. vyd.).
Geiger R.: Das Standortsklima in Altholznähe. Mitteil. d. H. Göring Akademie d. Deutsch. Forstwissenschaft, 1. 1941 (1): 155—156.
Geiger R. - Schmidt W.: Einheitliche Bezeichnungen in kleinklimatischer und mikroklimatischer Forschung. Bioklimatische Beiblätter, 1. 1934.
Gilead M. - Rosenan N.: Ten years of dew observation in Israel. Israel exploration journal, 4. 1954 (2).
Gilľgner J. A.: Diskovaja zaščita. Trudy Centr. aerolog. observ., 1948 (3).
Gloyne R. W. - Smith L. P.: Shielded thermometer mounts. Met. Magazine, 80. 1951.
Göhre K. - Lützke R.: Der Einfluss von Bestandesdichte und -struktur auf das Kleinklima im Walde. Archiv f. Forstwesen, 5. 1956 (7—8).
Graniczny S.: Badania nad uzupełnieniem drzewostanów uszkodzonych przes działania wojenne. Sylwan, 93. 1949 (1—2).
Graniczny S.: Zarys badań na temat dolesiania powierzchni pod drzewostanami lukowatymi i nadmiernie przerzedzonymi. Sylwan, 95. 1951 (1).
Graniczny S.: Badania nad dolesianiem powierzchni pod drzewostanami lukowatymi i nadmiernie przerzedzonymi. Ministerstwo leśnictwa, Instytut badawczy leśnictwa, Prace Nr. 86, Warszawa 1952.
Gusinde M. - Lauscher F.: Meteorologische Beobachtungen im Kongo-Urwald. Sitzungsberichte d. Wien. Akad. d. Wissenschaften; math.-naturwiss. Kl., 150. 1941.
Hald A.: Statistical tables and formulas. New York-London, 1952.
Hamberg H. E.: Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. 1.—V. (O vlivu lesů na klima Švédska.) Stockholm 1885—1896. (Ref.: Meteorologische Zeitschrift, 15. 1898.)
Haude W.: Verdunstungsmenge und Evaporationskraft eines Klimas. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (42).
Hayes G. - Kittredge J.: Comparative rain measurements and rain-gage performances on a steep slope adjacent to a pine stand. Transactions of Amer. geophys. Union. 30. 1949 (2).
Heinrich F.: Wasserfaktor und Kiefernwirtschaft auf diluvialen Sandböden Norddeutschlands. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 68. 1936.
Hellmann G.: Abhandl. kgl. Preuss. Met. Inst., 1. 1890 (3).
Hellmann G.: Über die Häufigkeit des Vorkommens von Tau und Reif. Met. Zeitschrift, 42. 1925.
Hofmann G.: Die Thermodynamik der Taubildung. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes. 1955 (18).
Hokr Z. - Ložek V.: Zpráva o pedogeologickém mapování na listu Rychnov nad Kněžnou. Věstník Ústř. ústavu geologického, 27. 1952.
Holzmann M. J.: Zur Frage des Genauigkeitsgrades der Lufttemperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen in natürlichen Verhältnissen. Met. Zeitschrift, 53. 1936.
Hoppe E.: Forstmeteorologische Studien im Karstgebiet. Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, 24. 1898.
Hudleston F.: Report on experiments with rain-gauge shields and rain-gauges under the lee of a high wood during the period 1st May 1928, to 30th April 1929, at Hutton john, Penrith. British Rainfall, 68. 1928.
Charitonovič F. N.: Vlijanie listvennych nasaždenij na snegoskoplenie i promerzanie počvy. Lesnoje chozjajstvo, 1938 (2).
Chromov S. P.: Klimat, makroklimat, mestnyj klimat, mikroklimat. Izvestija Vsesojuz. geografičeskogo obščestva, 84. 1952 (3).

Ishikawa M.: Snow survey in the Toyohira River watershed. Spec. Rep. For. Exp. Sta., Hokkaido, 1956, No 5. [Ref.: For. Abstracts, 18, 1957 (1), záznam čís. 44.]
Jacamon M.: Données climatologiques et recherches forestières. Revue forestière française, 1954 (4).
Jeník J. - Peřina V. - Slavík B.: Ekologie kotlíku s olší lepkavou (Alnus glutinosa Gaertn.) v borové monokultuře. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 4. 1954.
Jesser E. - Dimitz L. - Wilfinger H.: Die 14-Uhr-Temperatur, ein wichtiger Klimafaktor für das Pflanzenleben. Wetter und Leben, 5. 1953 (3/4).
Johannsen H. H.: Niederschlagstage — Niederschlagssummen. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (42).
Kaempfert W.: Bestimmung der möglichen Sonnenscheindauer mit Hilfe eines einfachen Höhensuchers und der Tagbogenverkürzung. Wiss. Abhandlungen, Reichsamt f. Wetterdienst, 9. 1941 (1).
Kaempfert W.: Einfluss der Pflanzenrichtung, -weite und -höhe auf die Besonnungszeit und -dauer. Bioklim. Beiblätter, 10. 1943.
Kaempfert W. - Morgen A.: Die Besonnung. Zeitschrift f. Meteorologie, 6. 1952 (5).
Kittredge J. - Loughead H. J. - Mazurak A.: Interception and stemflow in a pine plantation. Journal of forestry, 39. 1941.
Knoch K.: Bericht der Subkommission für einheitliche Beobachtungen in der bodennahen Luftschicht. Kommission f. landw. Meteorologie, Protokolle d. Tagung in Salzburg 1937. Leyden 1938.
Konias H.: Lesní hospodářství. Zvyšování dřevní produkce a ozdravění lesů na Opočensku. Praha 1951.
Kostjukevič N. I.: O snežnom pokrove v lesach SSSR. Sbornik naučnych trudov, Institut lesa Akad. nauk BSSR, (Minsk), 1952.
Kramer C. - Post J. J. - Woudenberg J. P. M.: Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van temperatuur — en vochtigheidsbepalingen in buitenlucht met behulp van kwikthermometers. (Přesnost a spolehlivost měření teploty a vlhkosti vzduchu rtuťovými teploměry.) Mededelingen en verhandelingen (Konink. Nederl. Met. Inst.), 60. 1954.
Krasnov M. A.: Vlažnosť počvogruntov na poljanach, vyrubkach i v različnych nasaždenijach Buzulukskogo bora. Lesnoje chozjajstvo, 1941 (1).
Krečmer V.: Rosa jako činitel meteorologický, půdní, fysiologický, ekologický a rosa v lesnictví. Lesnická práce, 30. 1951.
Krečmer V.: Vliv lesů na srážky. Met. zprávy, 5. 1952 (4—5).
Krečmer V.: Průvodní pozorování. Příručka pro lidové výzkumníky v pěstění lesů. Praha 1955.
Krečmer V.: Nástin podnebí Nového Hradce Králové metodou komplexní klimatologie a s použitím statistických strojů. Meteorologické zprávy, 11. 1958 (1) [a].
Krečmer V.: Několik poznámek k Duvdevaniho rosoměrné metodě. Meteorologické zprávy, 11. 1958 (2) [b].
Krečmer V.: Příspěvek k poznání mesoklimatu polan. Meteorologické zprávy, 13. 1960 (2).
Krečmer V. - Fojt V.: Srážkoměr pro mikroklimatické a ekologické studie. Meteorologické zprávy, 11. 1958 (6).
Krečmer V. - Izera V.: Nová úprava přístroje k měření denního oblouku Slunce. Meteorologické zprávy, 11. 1958 (4—5).
Krečmer V. - Zachar D.: O metodice výzkumu a některých problémech vlivu krycích kultur na prostředí a růst semenáčků lesních dřevin v prvním roce života. Práce výzkum. ústavů les. ČSR, 3. 1953.
Kreutz W.: Niederschlagsmessungen in verschiedenen Höhen über dem Erdboden unter Berücksichtigung der Windverhältnisse. Beriche des Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (38).
Kreutz W.: Einfluss eines Windschutzobjektes in Schwetzingen auf Wind und Niederschlag während eines Jahres. Met. Rundschau, 6. 1953 (5/6).
Krhounek S.: Promrzání půd a jejich měření mrazoměrem. Meteorologické zprávy, 8. 1955 (5).
Krhounek S.: Význam rosy a její měření. Meteorologické zprávy, 9. 1956 (2).
Kuz'min P. P.: Vlijanie lesa na snegotajanie. Trudy Gos. gidrol. Inst., 1954 (42).
Kuźniar K.: Przyczynek do poznania zamarzania gleby oraz grubości pokrywy snieżnej w różnych typach lasu i na polu. Roczniki gleboznawcze, 2. 1952.
Langer Th.: Vergleichende Beobachtungen mit dem Evaporimeter von Piche unter vierlei Exposition. Forschungen a. d. Geb. d. Agrikultur-Physik, 5. 1882.

Lauscher F.: Grundlagen des Strahlungsklimas der Lunzer Kleinklimastation. Beihefte z. d. Jahrb. d. Zentralanstalt f. Meteorologie u. Geodynamik in Wien 1931, Wien 1937.
Makarov I. I.: Psichrometr s diskovymi zaščitnymi ščitkami. Meteorologija i gidrologija, 1938 (1).
Malsch W.: Vergleich von Niederschlagsmessungen mit einem freistehenden und einem in die Erde versenkten Regenmesser. Berichte d. Deutsch. Wetterdienstes in d. US-Zone, 1952 (35).
Mařan B.: Půda jako základ lesní tvorby. (Lesnictví, I.) Kapitola Teplota půdy, str. 356—397. Písek 1944.
Mařan B.: Organisační poznámky k výzkumu pro podnebí. Čs. les, 26. 1946.
Mařan B.: Povaha prostředí našich borových porostů. Pěstování borových porostů, sborník statí. Praha 1952.
Mařan B. - Káš V.: Biologie lesa. I. Pedologie a mikrobiologie lesních půd. Praha 1948.
Mařan B. - Lhota O.: Mikroklimatické studie o výparu v ovzduší. Les. práce, 31. 1952 (5).
Mařan B. - Lhota O.: Mikroklima a povrchové odtoky na rašeliništi a v lese. Sborník Čs. akad. zem. věd, 26, řada B. 1953 (4).
Mařan B. - Lhota O.: Několik dat o teplotě a výparu ze Slovenského Záhoří. Poľana, 9. 1953 (2).
Mejstřík V. - Vrbenský V. - Wilde S.: Studie o vlivu skupinového hospodářství lesního na reakci a fysikální vlastnosti půdy. Zemědělský archiv, 20. 1929.
Mierzejewski W. - Niedźwiedzki P.: Z badań nad przebiegiem odnowienia w rębni gniazdowej. Sylvan, 98. 1954 (1).
Mikyška R.: Fytosociologická studie lesů terasového území v dolních částech povodí Orlice a Loučné. Sborník Čs. akademie zem. věd, Lesnictví, 29. 1956 (5).
Molčanov A. A.: Vodnyj režim v sosnovych borach na pesčanych počvach. Trudy Instituta lesa Akad. nauk SSSR, 3. 1950.
Molčanov A. A.: Gidrologičeskaja roľ sosnovych lesov na pesčanych počvach. Moskva 1952.
Neboľsin S. I.: Rosa. Metody izučenija, rezuľtaty nabljudenij. Izvestija Akad. nauk SSSR, ser. geograf. i geofiz., 9. 1945 (5/6).
Neumann J.: Estimating the amount of dewfall. Archiv f. Met., Geophysik und Bioklim., Ser. A, 9. 1956 (2).
Ney C. E.: Die Lehre vom Walde. 1885.
Niederhof C. H. - Dunford E. G.: The effects of openings in a young lodgepole pine forest on the storage and melting of snow. Journal of forestry, 40. 1942.
Niederhof C. H. - Stahelin R.: Climatic conditions within and adjacent to a forest plantation in the Nebraska sandhills. Journal of forestry, 40, 1942.
Novák V.: Pozorování některých bioklimaticky důležitých teplot. Věstník ČAZ, 4. 1928.
Novák V.: Průběh tvorby rosy v jihomoravském klimatu. Sborník ČAZ, 13. 1938.
Novák V.: Mikroklimatické situace. (Příspěvek ke klasifikaci mikroklimatu.) Meteorologické zprávy, 3. 1949 (3).
Pallman H. - Frei E.: Beitrag zur Kenntnis der Lokalklimate einiger kennzeichnender Waldgesellschaften des Schweizerischen Nationalparkes (Fuorn). Ergebnisse d. wiss. Untersuchung d. Schweiz. Nationalparkes, I. Neue Folge, 10. 1943.
Pers R.: Influence des obstacles, montagnes où bâtiments, sur la durée possible d'insolation. La Météorologie, 11. 1935.
Peřina V.: Přeměny borových porostů na Opočensku. Závěrečná zpráva VÚLH, 1957.
Petrovič Š.: Vymedzenie typov počasia metódou komplexnej klimatológie v Hurbanove. Praha 1954 (HMÚ).
Petrovič Š.: Zmena hustoty snehovej pokrývky za zimné obdobie. Meteorologické zprávy, 7. 1954 (5).
Petrovič Š.: Nástin klímy Štos kúpelov. Meteorologické zprávy, 8. 1955 (6).
Pfeiffer H.: Kleinaerologische Untersuchungen am Collmberg. Veröff. d. Geophys. Inst. d. Univ. Leipzig, 2. Serie, 11. 1938 (5).
Picko V. - Bartoníček M.: Aplikace jedné z novějších metod matematické statistiky v bioklimatologii. Meteorologické zprávy, 10. 1957 (2).
Piche A.: Note sur l'atmomètre, instrument destiné a mesure l'évaporation. Bull. d'Assoc. Sci. France, 10. 1873.
Polanský B.: Pěstění lesů. II. díl, kap. Přirozená obnova lesů, str. 282 a d. Praha 1955.

Prokopenko K. I.: Vlijanie sosnovych tipov lesa na raspredelenie snežnogo pokrova (dača „Sosnovka" Pargolovskogo učebno-opytnogo lesničestva L. l. A. — 1927 goda). Opytno-issled. raboty po obščemu lesovodstvu, Sbornik statej, Moskva-Leningrad, 1931.
Ramann E.: Der Wassergehalt der Waldböden. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 27. 1895.
Ramann E.: Über Lochkahlschläge. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 29. 1897.
Ramann E.: Wassergehalt diluvialer Waldböden. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 38. 1906.
Rachmanov V. V.: Vlijanie lesov na formirovanie snežnych zapasov. Meteorologija i gidrologija, 1956 (11).
Rachmanov V. V.: Vlijanie lesa na nakoplenie i tajanie snega. Sneg i talye vody, ich izučenie i ispoľzovanie. Akad. nauk SSSR, Inst. geografii, Moskva 1956.
Rachmanov V. V.: Zavisimosť snegotajanija v lesu ot charaktera pogody. Sneg i talye vody, ich izučenie i ispoľzovanie. Akad. nauk SSSR, Inst. geografii, Moskva 1956.
Rein F.: Poznámky k přibývání srážek s rostoucí nadmořskou výškou. II. Vlivy návětří a závětří v severní části středních Čech. Meteorologické zprávy, 7. 1954 (3).
Rein F.: Poznámky k přibývání srážek s rostoucí nadmořskou výškou. III. Srážky v Čechách při některých synoptických situacích v letním pololetí. Meteorologické zprávy, 8. 1955 (1).
Riggenbach A.: Genauigkeit bei Regenmessungen. Verhandl. d. naturforsch. Ges. zu Basel, 8. 1888 (3).
Rycroft H. B.: Random sampling of rainfall. Journal of S. Africa forestry Association, 1949, No. 18. [Ref.: Forestry Abstracts 11. 1950 (3), č. záznamu 1589.]
Sapožnikova S. A.: Nabljudenija po napočvennym i nezaščiščennym termometram. Trudy po seľskochozj. meteorologii, 24. 1936.
Sapožnikova S. A.: Mikroklimat i mestnyj klimat. Leningrad 1950.
Scaëtta H.: Terminologie climatique, bioclimatique et microclimatique. La météorologie, 11. 1935.
Seljaninov G. T.: Agroklimatičeskij spravočnik. Leningrad 1935.
Sewim M.: Muhteliv poprak türlerinde karacam ve saricam intas fideciklerinin pörsüme noktalari üzerina dénemeler. (Výzkum vztahu mezi vadnutím borových semenáčků a obsahem půdní vody.) Orman fakültesi dergisi, Istambul üniversitesi, seri A, IV. 1954 (1—2).
Shaw R. H.: Comparison of dew duration of Duvdevani dew gauges and several crop covers. Iowa State College, Dept. of agronomy, Sci. reports, No. 1, 1954.
Schirmer H.: Messung der Lufttemperatur mit dem Aspirationspsychrometer. Met. Rundschau, 2. 1949.
Schmidt W.: Der Tagbogenmesser, ein Gerät zum Verfolgen der Bahn der Sonne am Himmel. Met. Zeitschrift, 50. 1933.
Schmidt W. - Schwabl W.: Strahlungsgenuss und Ertrag im Gebirgsland. Bioklim. Beiblätter, 2. 1935.
Schubert J.: Temperatur und Feuchtigkeit der Luft auf freiem Felde, im Kiefern- und Buchenbestande. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 29. 1897.
Schubert J.: Niederschlag, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit, Schneedecke in Waldbeständen und im Freien. Meteor. Zeitschrift, 34. 1917.
Schüepp M.: Bestimmung der möglichen Sonnenscheindauer mit dem Wild-Theodoliten T 12. Annalen d. Schweiz. meteorologischen Zentralanstalt, 88. 1951 (1952).
Sigmond J. st.: Einige Beziehungen zwischen Wald und Wasser. Centralblatt f. d. ges. Forstwesen, 38. 1912.
Sigmond J.: Einige Bemerkungen über das Sonderklima des Lochhiebes. Sudetendeutsche Forst- u. Jagdzeitung, 29. 1929.
Sigmond J.: Klimatické a ekologické šetření v lesní světlině. Lesnická práce, 12. 1933.
Slavík B.: Několik poznámek k methodice mikroklimatologie z hlediska fysiologie a ekologie rostlin. Čs. biologie, 2. 1953 (4).
Slavík B.: Ekoklima kotlíkové obnovy smíšeného lesa. I. Celostátní bioklimatologická konference v Liblicích 19.—20. května 1955, Sborník dokumentů, Praha 1956.
Slavík B. - Slavíková J. - Jeník J.: Ekologie kotlíkové obnovy smíšeného lesa. Rozpravy Čs. akademie věd, řada mat. a přír. věd, 67. 1957 (2).
Sreenivasan P. S. - Ramabhadran V. K.: A statistical study of microclimates. Indian journal of meteorology a. geophysics, 1. 1950 (1).
Stephan J.: Zum Tauproblem. Biologia generalis, 17. 1943.

Stružka V.: Některé problémy měření teplot a pohybu vzduchu v bio- a mikrometeorologii. II. Celostátní met. konference v Bratislavě 21.–26. 9. 1953, Sborník dokumentů, Praha 1954.
Stružka V. - Uhlíř P.: Měření na větrolamech v Bulharsku. Meteorologické zprávy, 5. 1952 (3).
Suchanov D. V.: K voprosu ob osobennostjach termičeskogo režima nizin i lesnych poljan. Trudy Glav. geofiz. observatorii, 1949 (15).
Svoboda P.: Život lesa. Praha 1952.
Symons: Über die in England angestellten Versuche bezüglich der zweckmässigsten Grösse und Aufstellung der Regenmesser. Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteorologie, 9. 1874.
Špak I. S.: Nabljudenija nad vlažnosťju počvy na stokovych stancijach v uslovijach cholmisto-morennogo landšafta. Trudy Gos. gidrologičeskogo instituta, vypusk 45 (99): Voprosy metodiki nabljudenij nad ispareniem, vlažnosťju počvy i snežnym pokrovom. Leningrad 1954
Thams J. C.: Zur Bestimmung der Sonnenscheindauer in einem stark kupierten Gelände. Archiv f. Met., Geophysik u. Bioklim., Ser. B, 6. 1955 (4).
Thams J. C. - Ambrosetti F.: Insolazione possibile nella regione del Lago Maggiore. Annalen d. Schweiz. Met. Zentralanstalt, 81. 1944.
Thams J. C. - Zenone E.: Über Sonnenscheindauer und Globalstrahlung auf der Magadinoebene unter besonderer Berücksichtigung des Tabakanbaues. Landw. Jahrbuch d. Schweiz, 55. 1952 (2).
Thornthwaite Ch. W.: Topoclimatology. Laboratory of climatology, Johns Hopkins univ., Seabrook, New Jersey, 1953. (Rozmnož.)
Toľskij A.: Nabljudenija nad rosami v Borovom opytnom lesničestve (Samar. gub.). Meteorologičeskij vestnik, 26. 1916 (6).
Toľskij A.: Klimatičeskie oblasti vozobnovlenija sosny v Evropejskoj časti SSSR. Trudy po seľskochozj. meteorologii, 24. 1936.
Tomanek J.: Wpływ ściany drzewostanu na mikroklimat poręby. Prace Inst. Bad. leśnictwa (Warszawa), 1952 (87).
Tschermak L.: Waldbau auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage. Wien 1950.
Uhlig S.: Die Untersuchung und Darstellung der Bodenfeuchte. Berichte des Deutsch. Wetterdienstes in der US-Zone, 1951 (30).
Uhlig S.: Gedanken zur Auswertung der Bodenfeuchtigkeitsbestimmungen. Zeitschrift f. Acker- und Pflanzenbau, 93. 1951.
Uhlig S.: Bestimmung des Verdunstungsanspruchs der Luft mit Hilfe von Piche-Evaporimeter. Mitt. d. Deutsch. Wetterdienstes, 1955 (13).
Uhlíř P.: Metody měření rosy. Meteorologické zprávy, 2. 1948.
Uhlíř P.: Vliv struktury porostu na mikroklima se zřetelem k působení větru. Sborník ČAZ, 22. 1949.
Vanselow K.: Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. Neudamm 1931.
Vasiľev I. S.: O nabljudenijach nad vlažnosťju počvy v lesu. Trudy počvennogo instituta im. V. V. Dokučajeva, 31. 1950.
Walter H.: Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raum, in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Jahrbücher f. wiss. Botanik, 68. 1928.
Walter H.: Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Berichte der Deutsch. Bot. Ges., B, 68. 1955.
Wiedemann E.: Über den künstlichen gruppenweisen Voranbau von Tanne und Buche. Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 103. 1927.
Wild B.: Schlagform und Standortsflora im Jura. Forstwiss. Centralblatt, 47. 1925.
Wittich W.: Wasserfaktor und Kiefernwirtschaft auf diluvialen Sandböden. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 70. 1938.
Wrede C.: Die Bestandsklimatologie und ihr Einfluss auf die Biologie der Verjüngung unter Schirm und in der Gruppe. Forstwiss. Centralblatt, 47. 1925.

ROZVRH LÁTKY

I. Všeobecná část 7

1 Úvod 7

2 Problematika 8

2.1 Základní pojmy 8

2.2 Vývoj otázky 8

2.3 Přehled dosavadních výzkumů 9

2.3.1 Ovzduší 9

2.3.2 Půda (půdní vlhkost) 13

2.3.3 Diskuse 15

3 Místo výzkumu 16

3.1 Všeobecný popis lokality 16

3.2 Poměry podnební 17

3.2.1 Podnebí oblastní 17

3.2.2 Podnebí místní 24

3.3 Poměry půdní 26

3.4 Popis místa výzkumů (kotlíky a porosty) 30

4 Metodika výzkumu 33

4.1 Všeobecně 33

4.2 Způsob měření 36

4.2.1 Záření 37

4.2.2 Teplota vzduchu 39

4.2.3 Teplota půdy 42

4.2.4 Srážky vertikální 44

4.2.5 Vlhkost vzduchu 45

4.2.6 Výparnost 45

4.2.7 Rosa 46

4.2.8 Sněhová pokrývka 48

4.2.9 Vlhkost půdy 49

II. Výsledky výzkumu 52

1 Záření 52

1.1 Oslunění 52

1.2 Radiace 54

1.3 Závěry 56

2 Teplota vzduchu 57

2.1 Trvalá měření 59

2.1.1 Základní rozbor 59

2.1.2 Analysa rozptylu 64

2.1.3 Redukce dat na dlouhé období 68

2.2 Ambulantní měření 70

2.2.1 Předběžné ambulantní měření 70

2.2.2 Ambulantní měření psychrometry 74

2.3 Závěry 78

3 Teplota půdy 80

3.1 Trvalá měření 80

3.1.1 Základní rozbor 80
3.1.2 Redukce dat na dlouhé období 94
3.2 Ambulantní měření 99
3.3 Promrzání půdy 105
3.4 Závěry 108
4 Srážky vertikální 110
4.1 Poměry uprostřed kotlíků 111
4.2 Poměry na okrajích kotlíků 118
4.3 Závěry 123
5 Vlhkost vzduchu 125
Závěry 131
6 Výparnost 132
Závěry 141
7 Rosa 143
7.1 Měření dlouhodobé 143
7.1.1 Pozorování kvalitativní 143
7.1.2 Pozorování kvantitativní 148
7.2 Měření ambulantní 152
7.3 Závěry 154
8 Sněhová pokrývka 156
8.1 Výška sněhové pokrývky 157
8.2 Trvání sněhové pokrývky 162
8.3 Vodní hodnota a hustota 464
8.4 Tání sněhu 170
8.5 Závěry 172
9 Vlhkost půdy 174
9.1 Všeobecné rysy vodního režimu lokality 175
9.2 Vláhové poměry v kotlících 187
9.3 Závěry 192
III. Stručný souhrn poznatků pro lesnickou praxi 193
Резюме 197
Zusammenfassung 198
Literatura 201

Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, svazek 19

Inž. Karel Mráz, kandidát biologických věd

ROSTLINNÁ SPOLEČENSTVA LESŮ DOLNÍHO POSÁZAVÍ

1960

VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A MYSLIVOSTI ČSAZV
ZBRASLAV-STRNADY

ÚVOD

Tato práce původně měla v úmyslu objasnit fytocenologické poměry lesů dolního Posázaví k praktickému využití. V souvislosti s metodickými otázkami však bylo nutno současně řešit i některé otázky teoretické povahy. V poslední době se stále píše o využití fytocenologie, případně o její aplikaci v lesním hospodářství, zemědělství a územním plánování a doporučují se různé směry. Tím jsem byl nepřímo donucen zaujmout stanovisko i k těmto problémům. Vzhledem k nutnosti zařadit vymezená rostlinná společenstva do již známých jednotek a tak umožnit z praktického hlediska důležitá srovnávání jako podklad pro přenášení zkušeností a osvědčených pracovních postupů do jiných oblastí jsem se dotkl i otázek fytocenologického systému.

Do zpracování zahrnuji lesy na pravém břehu dolní Sázavy mezi Mnichovkou a Vltavou. Na levém břehu jsou méně významné komplexy, lesy v západní části patří už do teplejší oblasti chlumů při Vltavě. Termín „dolní Posázaví" není tedy pro vymezenou oblast zcela přesný; přesnější by byl název „okres Jílové a okolí".

Doufám, že práce svou hlavní náplní — popisem a rozborem lesních rostlinných společenstev v dosud po této stránce velmi málo známém a rozlehlém území středočeských chlumů — přispěje k širšímu využití fytocenologie a na jejich poznatcích stavějící praktické lesní typologie. Tomuto cíli snad poněkud poslouží i metodické poznatky, které z práce vyplývají.

METODIKA FYTOCENOLOGICKÉHO A TYPOLOGICKÉHO ZPRACOVÁNÍ

DEFINICE A ZPŮSOB CHARAKTERIZOVÁNÍ JEDNOTEK

Tato práce používá následujících jednotek:

1. lesní typ zaujímá část území v lesní oblasti, jednotnou přírodními podmínkami i složením, strukturou a produkcí přirozeného lesního rostlinného společenstva základního typu. Je to ekotop (edatop v určitém klimatu, indikovaném rostlinami), charakterisovaný odpovídajícím složením a strukturou přirozeného lesního společenstva základního typu s příslušným souborem odvozených lesních společenstev (ve smyslu V. N. Sukačeva), porostních typů, vývojových a degradačních stadií (i věkových stadií) a náhradních nelesních společenstev. Je to tedy rekonstrukční jednotka, v jejímž rámci se respektují dnešní druhotné fytocenózy. Lesní typ má jméno podle příslušného přirozeného rostlinného společenstva (zpravidla subasociace).

2. Edatop je jednotka půdní úrodnosti, určená stupněm obsahu živin (trofností) a vlhkosti, stanovenými podle rostlinných indikátorů (jejich spekter).

3. Přirozené lesní rostlinné společenstvo je normálně vyvinuté společenstvo základního typu, podstatně přímo neovlivněné v druhové skladbě stromového patra; jemu blízká jsou společenstva, jaká rostla před počátkem lesní kultury. Přirozené lesní společenstvo charakterizují tyto vlastnosti a znaky (o charakteristice fytocenóz srv. J. Braun-Blanquet 1951, J. Klika 1946, 1955, P. Sillinger 1939, R. Mikyška 1944, A. Zlatník 1952, 1954, E. Oberdorfer 1952, P. D. Jarošenko 1953, R. Kuoch 1954, E. Schmid 1954, U. Schwarz 1955 a další):

a) morfologie: patrovitost, vyplnění prostoru, pokryvnost pater, fysiognomie, zastoupení strukturních typů (životní formy, skupiny podle výšky osy, velikosti listů),

přirozená skladba stromového patra (prokázaná), druhová skladba, význačná druhová kombinace a periodicita;

b) ekologie: vlastnosti prostředí (nadmořská výška, exposice, sklon, konfigurace, podklad, půda, klima, postavení ve vegetačním pásmu, kontakty) a vlastnosti fytocenózy; (cenotické vlastnosti druhů, spektra indikátorů obsahu živin [trofotopů], vlhkosti [hygrotopů], hydrotypů v Iversenově pojetí, indikátorů humusu, zastoupení druhů podle nároků na světlo, vegetačních pásů, areálových typů; zastoupení ekologických diferenciálních skupin; z tohoto se vyvozuje příslušnost k edatopu a zařazení do stanovištní kategorie; zastoupení typů podle způsobu opylování a rozšiřování);

c) dynamika: krátkodobé změny (porostní typy a vývojová stadia, věková stadia, stabilita porostů) a změny dlouhodobé (relikty, vývojová tendence);

d) systematika a synchorologie: zastoupení význačných druhů různých systematických jednotek; příslušnost k vegetačnímu pásu; blízká společenstva a synonyma; rozšíření.

4. Porostní typ je uměle založená lesní fytocenóza, vzniklá v určitém typu lesa zavedením nové dřeviny nebo neodpovídajícího hospodářského způsobu.

Porostní typ je dán příslušností k určitému lesnímu typu a skladbou a strukturou stromového patra. Může být v různém vývojovém stadiu lesního typu.

5. Vývojové (a degradační) stadium lesního typu je stupeň vývoje fytocenózy a prostředí v důsledku změn, které v nich nastaly vlivem zásahu, nejčastěji umělého (těžba, pastva, odstranění určité ekologicky důležité složky cenózy a zejména zavedení nevhodných dřevin, hrabání steliva apod.).

Stadií ekologicky odpovídajících a blízkých přirozenému společenstvu (3.—6.) lze použít jako náhrady přirozeného společenstva. Stadia 7. a 8. jsou degradační stadia, kde vývoj postoupil od přirozeného stavu příliš daleko. Je třeba je posuzovat odděleně. Stadia jsou vymezena takto:

Stadium 1. - pralesy, 2. - přirozený stav, spontánně vzniklý v různém časovém odstupu po zničení pralesa, více nebo méně neovlivněný, 3. - hospodářsky ovlivněný, spontánně vzniklý nebo umělý (částečně umělý) porost s přirozenou druhovou skladbou stromového patra, 4. - odvozený typ (krátkodobý, tvořený spontánně pionýrskými dřevinami), 5. - umělý porost s určitým (ekologicky významným) podílem přirozených dřevin ve stromovém i keřovém patře, 6. - umělý porost s menší účastí přirozených nebo ekologicky odpovídajících dřevin případně v podúrovni nebo v keřovém patře nebo i bez nich, ale bez význačných znaků degradace (ve spodních patrech rostlinstva, případně v půdě), 7. - umělý porost stanovištně nevhodných dřevin se znaky počínající degradace, 8. - umělý porost nevhodných dřevin se znaky pokročilé degradace. Toto třídění je podrobnější než Hornsteinovo.

6. Věkové stadium je věkově podmíněný stupeň vývoje stejnověkých lesů, kterým prochází během svého života každý porost pasečného typu.

7. Nelesní stadia jsou plochy určitého lesního typu (ekotopu), na kterých rostou uměle založené nebo uměle udržované spontánně vzniklé nelesní fytocenózy, např. louky, pastviny, plevelová společenstva apod.

TERÉNNÍ PRÁCE

Fytocenologická analýza porostů byla provedena běžnými metodami (J. Klika 1948, 1954, 1955, A. Zlatník 1953 a další). Zjišťované skutečnosti byly zapisovány do zápisníku, který byl sestaven na základě studia našich i zahraničních pramenů (V. N. Sukačev - E. M. Lavrenko - I. V. Larin 1952, P. D. Jarošenko 1953, J. Klika 1954 a dalších). K odhadu kvantativního zastoupení druhů ve fytocenóze bylo použito kombinované stupnice pro dominanci a abundanci. K zpřesnění představy o prostorové struktuře porostů bylo stromové patro rozděleno na úroveň (E 4) a podúroveň (E 3).

Zaznamenávaly se všechny v terénu dobře určitelné a významné znaky prostředí, jak jsou uváděny v zápisníku pro fytocenologické záznamy. Zvláštní pozornost byla věnována reliéfu (konfiguraci) terénu, který má neobyčejný význam pro rozlišení ekotopů (srv. B. Mařan 1947, J. Pelíšek 1955, Milkov 1953, K. Mráz 1955 aj.). Na ploše každé analyzované fytocenózy byly zjištěny půdní poměry sondováním přenosnou tyčí do 30—60 cm a byla popsána stratigrafie profilu. Na typických místech byly popsány hlubší sondy (podle potřeby a hloubky půdy) a bylo hojně využito i starých sond, odkryvů v zářezech cest, v lomech, pískovnách apod. Z typických

profilů byly odebrány vzorky, a to podle jednotlivých vrstev a uloženy v přirozeném sledu ve velkých zkumavkách jako dokladový materiál.

Půdní typy byly určovány podle podrobného určovacího klíče evropských půd (W. L. Kubiena 1953). Přitom byly respektovány vývody o polním posuzování půd, morfologii půdního profilu a klasifikaci půdy předních našich i zahraničních pedologů (B. Mařan 1948, A. Němec 1954, J. Pelíšek 1952, A. A. Rode 1955, D. G. Vilenskij 1954, S. V. Zonn 1954 a další). Kubienova rozdělení je vhodné se přidržet hlavně v případě oligotrofních hnědozemí a slabě podzolovaných půd. Jinak se tyto typy půd řadí často do velmi širokých skupin „podzolovaných půd". Podobně zpřesňuje Kubiena i klasifikaci a nomenklaturu pseudoglejů a glejů.

Při posuzování půdy byla věnována velká pozornost humusovým poměrům. Orientačně byly provedeny zkoušky rozkladu celulózy (proužky filtračního papíru v Petriho miskách; srov. též R. Mikyška 1943). Ty ovšem nemohou nahradit řádný mikrobiologický výzkum půd (srov. Mařan-Káš 1948, J. Seifert 1950, 1955). Otázku rozkladu celulózy sleduje na společných pokusných plochách L. Ryška.

Volba ploch pro analytické zpracování se řídila požadavky, které se uvádějí ve fytocenologické literatuře, a zejména těmi, které uvádí P. S. Pogrebnjak (1955). Aby bylo zjištěno skutečně representativní zachycení celé plochy, a aby byl získán dostatek podkladů pro mapování, byly plochy rozloženy tak, aby zachytily jednotlivé členy ekologických řad. Úmyslně byly analysovány i porosty přechodných typů stanovišť. Hlavně byly zachyceny více nebo méně přirozené porosty; kde chyběly, bylo nutno k získání podkladu pro příslušné články ekologických řad zpracovat i porostní typy (vývojová stadia lesního typu). V plošně významnějších lesních typech, kde lze zřetelně sledovat průběh degradace, byla analyzována i jednotlivá vývojová a degradační stadia v porostních typech jako podklad pro posouzení dynamiky typu.

Mapování se uskutečnilo až po předběžném zpracování materiálu fytocenologických zápisů a zhodnocení ekologických řad. Tím byly ověřeny indikátory jednotlivých edatopů a klimatopů a byla stanovena skladba a struktura přirozených společenstev jednotlivých lesních typů (s přihlédnutím k výsledkům historického studia) Mapovalo se v podstatě podle metody ukrajinské typologické školy (P. S. Pogrebnjak 1955), tj. mapovaly se edatopy a klimatopy, což se v pozměněných poměrech osvědčilo. Jelikož byly už předběžně zpracovány i příslušné přirozené fytocenózy pro jednotlivé ekotopy, bylo možno respektovat i jiné metody fytocenologické rekonstrukce (srov. R. Tüxen 1950 aj.). Mapa je současně rekonstrukční mapou přirozených lesních společenstev, podle nichž jsou na mapě jednotlivé typy nazvány. Při generálním mapování nebylo možno zachytit jednotlivá vývojová a zejména degradační stadia. Při mapování byl doplňován materiál fytocenologických snímků a byly pořizovány stručné zápisy o druhové skladbě v různých vývojových stadiích ve formě mapovacích poznámek. Současně se ověřovala správnost vymezení jednotek.

KANCELÁŘSKÉ PRÁCE

Fytocenologické snímky z přibližně stejných vývojových stadií s podobným floristickým složením, příslušné podle předběžného zjištění k stejnému ekotopu, byly sestaveny do tabulek. Správnost zařazení byla znovu kontrolována při mapování, a tabulka doplněná při mapování novými snímky byla zpracována definitivně. (Část materiálu byla zpracována na statistických strojích. Metodiku viz Mráz 1956, 1957.)

Pro každý druh byla stanovena stálost v procentech a v souhrnné tabulce uvedena římskou číslicí (I—X). Pro každý druh v určitém společenstvu byla vypočtena jeho průměrná účast (R. Mikyška 1956, R. Kuoch 1954, blízká skupinové hodnotě, kterou uvádějí R. Tüxen-H. Ellenberg 1937). Je třeba si uvědomit, že tato hodnota (součet hodnot pokryvnosti druhu ve všech snímcích společenstva, dělený počtem všech snímků, tedy vlastně celková dominance, násobená stálostí) je měřítkem jen pro chování druhu v různých společenstvech. Srovnání průměrné účasti různých druhů zanedbává okolnost, že různé druhy dosahují za optimálních podmínek velmi různých maximálních hodnot dominance (srov. též H. Ellenberg 1950).

V souhrnné tabulce společenstev je pro každý druh uvedena hodnota průměrné účasti (vynásobená deseti, aby bylo možno zaokrouhlovat na celé číslo; obvykle se uvádějí hodnoty, získané vynásobením stem; srov. R. Mikyška 1956, J. Braun-Blanquet 1951). Při pečlivém odhadu stupňů dominance a abundance nám tyto hodnoty nahradí čísla tzv. „absolutního počtu nadzemních os", se kterými pracují

příslušníci Schmidovy školy. Pro zjištění průměrné účasti byly hodnoty jednotlivých stupňů kombinované stupnice (s ohledem na použití statistických strojů) při přepočítání upraveny takto:

+	1 %	3	37 %
1	3 %	4	62 %
2	15 %	5	87 %

Aby bylo možno zpracovat spektra biologických, ekologických a chorologických typů rostlin pro jednotlivé fytocenózy, bylo nutno použít statistických strojů (viz Mráz 1956, 1957). Jinak by byl tak rozsáhlý materiál nezvládnutelný. Byla stanovena tato spektra:

1. životní formy,
2. skupiny podle výšky osy,
3. skupiny druhů podle velikosti listů,
4. skupiny druhů podle doby květu,
5. indikátory obsahu živin (trofotopů),
6. indikátory vlhkosti (hygrotopů),
7. hydrotypy v Iversenově pojetí,
8. indikátory humusových poměrů,
9. indikátory světelných poměrů,
10. druhy podle příslušnosti k vegetačním pásům podle Schmidova pojetí,
11. areálové typy podle Meuselova pojetí,
12. typy rostlin podle způsobu opylování,
13. typy rostlin podle způsobu rozšiřování,
14. význačné druhy jednotlivých systematických jednotek (a jejich skupin).

Číselné hodnoty jednotlivých spekter byly sestaveny v tabulkách. V každé tabulce bylo uvedeno zastoupení jednotlivých skupin (biologických, ekologických nebo chorologických typů) ve společenstvech podle součtu stálostí, průměrné účasti a počtu druhů, které danou skupinu tvoří. Grafické znázornění spekter na tomto podkladě bylo publikováno (K. Mráz 1957).

Jednotlivé druhy rostlin byly zařazovány do biologických, ekologických a chorologických typů a skupin podle zkušeností ze zpracovaného území a na základě dostupné literatury (Hegi, Kirchner-Loew-Schroeter 1908 atd., H. N. Ridley 1930, K. Kavina 1923—6, J. Iversen 1936, E. Stamm 1938, P. Sillinger 1939, H. Meusel 1943, J. Dostál 1950, 1954, Sóo-Jávorka 1951, P. F. Majevskij 1954, E. Oberdorfer 1949, A. Krüdener 1950, 1955, J. Klika 1955, S. Schönhar 1952, 1955, D. V. Vorobjev 1953, P. S. Pogrebnjak 1955, H. Ellenberg 1948, 1952, A. Scamoni 1950, 1955, E. Schmid 1954, U. Schwarz 1955, A. Saxer 1955, A. Zlatník 1956 atd.).

Spektra biologických, ekologických a chorologických typů a systematických jednotek jsou podstatnou součástí charakteristiky přirozených společenstev a celých lesních typů.

VŠEOBECNÝ POPIS PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ DOLNÍHO POSÁZAVÍ

Poloha. Studované lesní komplexy dolního Posázaví leží mezi 49° 51′ a 50° 00′ s. š. a mezi 14° 23′ a 14° 41′ východně od Greenwiche. Nejnižší polohu má území v okolí Zbraslavi, okolo 200 m n. m., a nejvyšší bod je Vlková (519 m) ve východní části komplexu Požárských lesů. Největší část území leží mezi 350—450 m n. m.

Podklad. Geologický podklad ukazuje spolehlivě geologická mapa 1 : 75 000 a pedologická mapa (mapa pokryvných útvarů) 1 : 75 000 list Benešov, zpracovaná V. Ambrožem a vydaná ÚÚG. O petrografických poměrech srov. Koutek-Kettner 1931 a o pokryvných útvarech V. Ambrož 1948.

Největší část lesů naší oblasti leží na horninách středočeského masivu intrusivního, z nichž největší plochu zaujímá mladší biotitická žula (granitit) při jižním okraji střední části území. Jednotlivé masivy jihovýchodní části území tvoří gabbrodiorit a částečně sem zasahuje diorit sázavského typu (v okolí Pyšel). Severozápadní část oblasti tvoří jílovité břidlice; do okolí Jílového jazykovitě zabíhá výběžek jílovského pásma (různé vyvřelé a stlačené horniny). V oblasti jílovitých břidlic jsou poměrně rozsáhlé pokryvy sprašových hlín.

Rozdíly mezi jednotlivými horninami jsou méně významné pokud jde o minerální sílu, kterou je možno označit všeobecně jako střední. Poněkud vyšší obsah živin mají gabbrodiority a některé horniny jílovského pásma, ale i žula obsahuje množství minerálních živin v živcích. Podstatnější jsou rozdíly v mechanických a fysikálních vlastnostech zvětraliny (srv. V. Ambrož 1948). Horniny středočeského masivu intrusivního dávají většinou půdy rázu hlinitých písků, na vypuklých vyvýšeninách často jen slabě hlinitých písků; v úžlabinách a na podsvahových deluviích nacházíme těžší, až písčitohlinité půdy. Větší obsah jemnozemě je zde často působen sprašovou příměsí nebo slabými sprašovými pokryvy. Neobyčejně hojný je balvanitý rozpad žuly. Balvany, kamenitá moře a balvanité kopečky udávají ráz žulové krajiny. Nacházíme zde i periglaciální zjevy, známé z okolí Prahy (Q. Záruba 1943) a z Černokostelecka (V. Ambrož 1947). Utváření terénu v žulové oblasti není jednotné. Kromě velmi mírných tvarů zvlněné staré paroviny (Těptínská plošina) nacházíme příkré svahy a hluboká údolí na jejím jižním a východním okraji. Jinak má celá žulová oblast typický ráz kopečkovité vrchoviny chlumních žulových oblastí.

Jílovité břidlice zvětrávají na typicky střípkovitě kamenité půdy. V úžlabinách jsou hlubší hlíny (svahové a sprašové hlíny). Ve střední části území, které je rozvodím mezi Sázavou a Vltavou, je terén vyrovnaný (Průhonická plošina), v západní a jihozápadní části tekou hluboko zaříznuté potoky v romantických roklích (Záhořanský důl, Břežanský důl apod.). Vzhledem k vertikální členitosti terénu se zde uplatňuje i sklon jílovitých břidlic k tvorbě sutí. Sprašové pokryvy dávají hluboké odvápněné hlíny.

Makroklima. Od severozápadu k jihovýchovu je zřetelný přechod z teplého a kontinentálnějšího klimatu nížiny v okolí Prahy do chladnějšího, vlhčího a vyrovnanějšího klimatu výběžků středočeských chlumů, které navazují na oblast Českomoravské vysočiny. Klimatické poměry chlumní oblasti ukazuje dobře meteorologická stanice Říčany, srážkové poměry i Pyšely a Sulice. (Podrobné údaje o makroklimatu srov. K. Mráz 1953 a 1955.)

Klima údolí Sázavy, které je charakteristické tepelnými inversemi a je jakýmsi jazykem kontinentálnějšího klimatu nížiny, které zde proniká do chlumní oblasti, vystihují údaje stanice v Prosečnici.

Pro chlumní (bukovou a dubobukovou) oblast můžeme uvést tyto stručné údaje (podle stanice Říčany): průměrná roční teplota (dlouhodobý průměr) je 7,49° C, průměrná teplota nejchladnějšího a nejteplejšího měsíce (ledna a července) je −1,6° C a + 17,1° C, roční amplituda tedy 18,7° C. Roční amplituda absolutních mezí teplot je 43,2° C. Dlouhodobý průměr absolutních minim (1931—40) je v lednu −12,8° C, v únoru −12,5° C, v březnu −7,0° C, v dubnu −3,3° C a v květnu + 1° C, udržuje se do září nad bodem mrazu, nejvyšší hodnoty dosahuje v červenci, a to 8,0° C, a již v říjnu poklesá na −1,9° C. V Prosečnici (287 m n. m.) dosahuje průměrné lednové minimum −16,0° C (za období 1923—1940), v zimě 1928/29 dosáhlo absolutní minimum −36,5° C. Vegetační doba trvá asi 170 dnů (1929 činila 171 dnů, 1947 181 dnů). Normál ročních srážek je 620 mm, nejmenší hodnoty na období 1891—1930 bylo dosaženo roku 1911 (406 mm) a 1947 (417 mm). Ve vegetační době (1. dubna až 30. září) činí srážky asi 410 mm, minima bylo dosaženo 1947 (165 mm) a 1911 (200 mm). Srážkové maximum 843 mm bylo naměřeno 1910. Srážkové údaje jsou uvedeny podle stanic Pyšely a Sulice.

V území dolního Posázaví převládá jihozápadní vítr, který je v údolí Sázavy usměrňován terénem na západní. (Bližší údaje srov. K. Mráz 1953.) Srovnání s makroklimatem středočeské nížiny, ke které patří severozápadní část oblasti (dubové pásmo), uvádí K. Mráz (1955). Letní teploty se liší poměrně málo, ale je značný rozdíl ve srážkách. Množstvím srážek v letním období a ve vegetační době vůbec, blíží se chlumní oblast dolního Posázaví nejvíce oblasti bučin ve východočeských chlumech (okolí České Třebové).

Půdy. Půdní typ oblasti dolního Posázaví je hnědozem, a to na všech uvedených matečních horninách (srv. V. Ambrož 1948). Jen na stanovištích ovlivněných podzemní vodou (tzv. spodní vodou) nebo stagnující povrchovou vodou nacházíme půdy typu glejů a pseudoglejů.

Hnědozemě zde patří do skupiny oligotrofních hnědozemí (ve smyslu klasifikace, W. L. Kubieny 1953). Podle klasifikace J. Pelíška (1953, 1955) bylo by možno je zařadit asi mezi okrově žluté půdy ze skupiny hnědých lesích půd. Jsou to suché až čerstvé půdy typu A-(B)-C s humusem formy moderu (většinou jen slabá vrstvička). Mechanické a fysikální vlastnosti těchto půd jsou silně závislé na mateční hornině a poloze v terénu. Na žule, granodioritu a gabbrodioritu jsou to hlinité písky, dobře

propustné, ale ne příliš vysýchavé. V úžlabinách a na podsvahových deluviích jsou půdy hlinitější (až písčitohlinité) vlhčí, často hlavně ve spodině oglejené, takže tvoří přechod ke skupině glejů i pseudoglejů. Na jílovité břidlici jsou ulehlé, nedostatečně provzdušené, na positivních tvarech terénu dosti vysýchavé. V úžlabinách přecházejí hlavně do pseudoglejů.

Na údolních nivách potoků nacházíme gleje, v žulové oblasti hlinitopísčité až písčitohlinité, místy i bahnitopísčité, v oblasti břidlic hlinité. V obou případech jsou to na zřetelně vyvinutých náplavech hnědé gleje typu A-(B)-G, jen úzké proužky při vodním toku jsou typu A-G.

Nápadné a typické pro hlinité pokryvy na plošinách a v plochých úžlabinách jsou pseudogleje, vznikající vlivem více nebo méně pomalého horizontálního pohybu vody v půdě. Jsou charakteristické střídavým (občasným) zamokřováním a vysýcháním. Vysýchání v chlumní oblasti nedosahuje však tak značného stupně jako v suchých oblastech, kde tyto půdy mají velmi extrémní ráz (srv. W. L. Kubiena 1953 aj.). Jsou to půdy typu A-g.

Vlivem nevhodných hospodářských zásahů, jako je zavádění monokultur smrku a odstraňování stinných melioračních listnatých dřevin, a zejména devastacemi (hrabáním steliva) dochází k degradaci půd, které pak nabývají charakteru podzolovaných hnědozemí (skupina semipodzolu podle W. L. Kubieny). U pseudoglejů a podzolglejů dochází degradací k výraznějšímu vybělení povrchové části horizontu g, takže se pak blíží typu „molkenpodzolu" v Kubienově pojetí.

Povrchové vrstvy půd a humus jsou všeobecně kyselé, acidita však nedosahuje extrémních hodnot; obvykle se pohybuje mezi pH 4,5—5,5. Podrobný pedologický a mikrobiologický výzkum půd by byl velmi cenným doplňkem fytocenologického a typologického zpracování, nebylo ho však možno při této práci uskutečnit. Mikrobiologickým výzkumem oblasti se zvláštním zřetelem k rozkladu celulózy se zabývá L. Ryška.

Vegetační a floristické poměry

Podle skladby přirozených lesů můžeme popisovanou část dolního Posázaví rozdělit na tři pásma:

a) dubové pásmo, jež patří ještě k středočeské nížině a zaujímá nižší polohy při severozápadním okraji oblasti,

b) dubobukové pásmo, které je hlavní složkou chlumní oblasti,

c) bukové pásmo, které je hlavní složkou vyšších poloh při jižním okraji střední části území.

V jednotlivých pásmech najdeme ovšem enklávy společenstev sousedního pásma na stanovištích extrazonální povahy (ve smyslu V. V. Aljechina 1951). Vcelku však v dubovém pásmu převládají doubravy *(Querceto-Carpinetum* a *Festuco-Quercetum)*, v dubobukovém bukové doubravy *(Luzulo-Quercetum)* a v bukovém bučiny *(Luzulo-Fagetum)* a jedliny *(Luzulo-Abietum)*. Toto rozdělení potvrzují i výskyty některých druhů rostlin. Již J. Velenovský (1917) upozorňoval na řadu montánních a submontánních druhů v okolí Mnichovic a na pomístně vnikající teplomilné druhy.

Ze skupiny submontánních a montánních druhů odlišují bukové pásmo od ostatních tyto druhy:

Prenanthes purpurea (proniká do dubobukového pásma jen ojediněle podél potoků a na stinných sutích; nejvysunutější je lokalita v Břežanském dole, zcela ojedinělá v dubovém pásmu),

Calamagrostis villosa (v dubobukovém a dubovém pásmu jen podivná přechodná forma, snad kříženec s *Calamagrostis canescens*; roste i na suchých stanovištích),

Phegopteris dryopteris (= Dryopteris disjuncta, D. linnaeana, též v dubobukovém pásmu v suťovém společenstvu blízkém bučinám),

Dentaria bulbifera,

Vicia silvatica,

Cephalanthera ensifolia a *Bromus benekenii* jsou omezeny jen na kyselé lipové bučiny.

Bukové a dubobukové pásmo odlišují od dubového tyto druhy:

Galium scabrum (= *G. rotundifolium*, velmi rozšířené),

Astrantia major (vzácně),

Poa chaixii (jen dvě lokality; u Kamenického potoka a severně od Mokřan),

Picea excelsa (přirozené výskyty, historicky doložené; uváděn též Velenovským od Všešim),
Abies alba (těžiště v bukovém pásmu; historicky doložené jsou jedliny na plošinách bukového pásma),
Fagus silvatica (těžiště v bukovém pásmu).

Můžeme zde uvést i druhy, které mají těžiště zřetelně v obou jmenovaných pásmech a přesahují jejich plochu jen zřídka a v malém množství:

Luzula nemorosa,
Luzula pilosa,
Majanthemum bifolium,
Moehringia trinervia,
Sambucus racemosa.

Patří sem i některé druhy, které jsou nejhojnější v bukovém pásmu, přesahují do dubobukového, ale některé nemají zřetelně submontánní charakter (srovnej též souhrnnou tabulku).

Dubobukové pásmo má řadu druhů společných s dubovým, které však odlišuje několik teplomilných druhů, jako

Sorbus torminalis (zřídka),
Sorbus aria (zřídka),
Serratula tinctoria (zřídka),
Stellaria holostea (častá, ale přesahuje v luhových společenstvech až do bukového pásma).

Řada teplomilných druhů se vyskytuje v dubovém i v dubobukovém pásmu (zde na slunných stanovištích):

Betonica officinalis,
Brachypodium pinnatum (přesahuje ojediněle do bukového pásma),
Campanula cervicaria,
Cerasus avium,
Crataegus monogyna,
Cornus sanguinea,
Pimpinella saxifraga,
Silene nutans,
Trifolium medium,
Knautia drymeia (na lesních cestách a okrajích) a další.

Některé teplomilné druhy se vyskytují i v bukovém pásmu na slunných stanovištích, např.:

Digitalis grandiflora,
Hypericum hirsutum,
Vicia dumetorum (ojediněle),
Vicia pisiformis (ojediněle),
Ajuga genevensis,
Anthericum ramosum,
Calamintha clinopodium,
Campanula persicifolia,
Campanula rapunculoides,
Cardaminopsis arenosa,
Carex montana,
Chrysanthemum corymbosum,
Galium silvaticum,
Hypericum montanum,
Lathyrus niger,
Melittis melissophyllum,
Polygonatum odoratum a další.

Údolí Vltavy a Sázavy sledují ostrůvkovité výskyty stepní *Carex humilis* i do bukové oblasti na extrémních skalnatých stanovištích ve více méně otevřených porostech. Po březích Sázavy vnikají jazykovitě hluboko do chlumní oblasti teplomilné druhy, jako *Bothriochloa (= Andropogon) ischaemum, Peucedanum oreoselinum* a další.

U montánních a submontánních druhů nemůže jít o splavení (s Českomoravské vysočiny), protože se vyskytují v nejvyšších polohách komplexu Požárských lesů, tedy na náhorní plošině a vyvýšeninách, které jsou pro širší okolí rozvodím. Celou

řadu teplomilných druhů, hlavně z těch, které zasahují i na teplá stanoviště v bukové oblasti, můžeme považovat za relikty ze starších vývojových fází. Fytogeograficky je možno považovat chlumní oblast dolního Posázaví za výběžky Českomoravské vysočiny. K témuž závěru došli též J. Dostál a spolupracovníci (1956) při fytogeografickém rozdělení Československé republiky pro zpracování „Květeny".

LESNÍ FYTOCENÓZY BUKOVÉHO PÁSMA

KYSELÉ BUČINY (LUZULO-FAGETUM)

Kyselé bučiny mají řadu znaků společných s bohatými bučinami. To platí (až na částečnou výjimku teplomilných subasociací) i o prostorové struktuře. Keřové patro chybí nebo je jen velmi slabě vyvinuto. Porosty vytvářejí obvykle souvislou úroveň bez zřetelného vertikálního rozčlenění. Ráz porostů bývá poměrně stinný.

Buk převládá nad ostatními dřevinami, které se s ním podílejí na tvorbě porostů, zejména nad dubem, který je poměrně stálou složkou porostů.

V bylinném patře je nápadná značná účast trav. Druhy bukového pásma jsou silně zastoupeny, druhy dubového pásma se téměř neuplatňují. Převládají rostliny společné bukovému a dubo-bukovému přechodnému pásmu: *Fagus, Galium scabrum, Luzula nemorosa.*

Kyselé bučiny zaujímají vyšší polohy bukové oblasti dolního Posázaví, která leží již v území s poněkud vyššími srážkami a představují i po fytogeografické stránce jakýsi vysunutý výběžek Českomoravské vysočiny. Nejčastěji zaujímají polohy nad 400 m n. m.; typicky jsou vyvinuty hlavně na stinných exposicích. Klima je zde zřetelně chladnější, vlhčí a vyrovnanější (oceaničtější) než v severnějších částech na okraji středočeské nížiny nebo v údolí Sázavy.

Půdy neovlivněné podzemní nebo stagnující povrchovou vodou jsou oligotrofní hnědozemě vznikající z krystalických hornin (žuly, v omezeném rozsahu i gabbrodioritu a stlačených hornin), z nichž je vybudováno území bukové oblasti.

Kyselé bučiny byly dlouho uváděny jako degradované nebo nepravé bučiny apod., protože nemají vlastní význačné druhy. Teprve v novější době byly vymezeny jako samostatné asociace na základě diferenciálních druhů. J. Klika (1955) a R. Tüxen (1955) uvádějí svaz kyselých bučin *(Luzuleto-Fagion)* v přehledu fytocenologických jednotek vedle ostatních svazů řádu *Fagetalia.*

Společenstva, popsaná pod různými jmény, která jsou alespoň zčásti totožná s *Luzulo-Fagetum,* jsou uvedena v popisu typické subasociace.

TYPICKÉ KYSELÉ BUČINY (LUZULO-FAGETUM TYPICUM)

Morfologické znaky

Typické kyselé bučiny zaujímají střední postavení mezi celou řadou typů (subasociací a variant), které se vyvinují v oblasti kyselých bučin (asociace *Luzulo-Fagetum*). Toto společenstvo je mezi kyselými bučinami floristicky nejchudší a fysiognomicky nejjednodušší a nejjednotvárnější; platí to jak pro přirozené porosty, tak i pro další vývojová stadia (porostní typy).

Přirozené porosty jsou vysokokmenné bučiny vzhledu stejnověkých porostů a budí dojem „sloupového sálu", jak výstižně charakterisovali po-

Obr. 1. Luzulo — Fagetum typicum.

dobné bučiny švýcarští autoři (např. H. Leibundgut 1951). Koruny mohutných buků vytvářejí souvislou úroveň, podúrovňové stromy prakticky chybí. Keřové patro není v zapojených porostech vyvinuto, jen na světlejších místech nacházíme *Sambucus racemosa*, bukový nárost, méně jeřáb, dub a břízu. Bylinné patro mívá dosti velkou pokryvnost (40—70 %), na příkrých svazích však často méně. Hojně jsou v něm zastoupeny zmlazené buky, celkový ráz však udává *Luzula nemorosa* a opadané listí, které místy vytváří hlubší závěje. Mechové patro je slabě vyvinuto, vyšší pokryvnost a účast *Entodon schreberi* ukazují na zhoršení podmínek prostředí. Prostorová struktura těchto bučin je tedy velmi jednoduchá a vyplnění prostoru nedokonalé.

Nejhojnější jsou v bylinném a keřovém patře jak počtem druhů, tak průměrnou účastí a stálostí hemikryptofyta, stejně jako v ostatních společenstvech. Pak následují s klesající průměrnou účastí chamefyta, megafanerofyta, geofyta a jen nepatrně se účastní terofyta, mikrofanerofyta a nanofanerofyta (podrobné údaje viz graf 2 — zastoupení životních forem v jednotlivých společenstvech). Největší průměrnou účast mají druhy vyšší než 0,5 m, pak druhy se vzpřímenou osou 0,2—0,5 m vysokou, kterých je nejvíce co do počtu druhů. Následuje stromový nárost a nízké druhy (pod 0.2 m). Vysoké rostliny (nad 1—1,5 m) i ostatní skupiny se uplatňují nepatrně. Druhy se středně velkými listy (225—18 225 mm^2) absolutně převládají a podle průměrné účasti převyšují asi dvanáctinásobně zastoupení druhů s malými listy. Podle strukturních typů můžeme typické kyselé bučiny charakterizovat jako společenstva megafanerofytů a hemi-

kryptofytů s menší účastí chamefytů. V bylinném patře převládají středně vysoké rostliny se střední velikostí listů.

Přirozená skladba stromového patra je zřejmá ze zachovalých zbytků porostů, z nichž nejcennější je asi 160—200 let starý porost na východním svahu Grybly. O bučinách na tomto typu lesního území jsou četné zmínky v archivních dokladech, zejména ve starých hospodářských plánech (Oppelův systemisační elaborát z r. 1832). V přirozených porostech tohoto typu absolutně převládá buk. Jen na místech dočasně nebo vlivem utváření terénu prosvětlených nacházíme ojediněle dub letní i zimní, borovici (obvykle s typicky deskovitou borkou), břízu a habr.

Floristické složení společenstva je zřejmé z tabulky 1. Typická subasociace nemá diferenciální druhy. Význačnou druhovou kombinaci tvoří jen asociační a svazové diferenciální druhy *Fagus silvatica, Luzula nemorosa* a *Polytrichum formosum,* které jsou ve společenstvu konstantní, a význačné druhy svazu *Fagion,* z nichž je častý jen *Prenanthes purpurea,* zatímco *Dentaria bulbifera* a *Asperula odorata* aj. se vyskytují jen zřídka. Dále patří k význačné druhové kombinaci *Hieracium silvaticum, Mycelis muralis, Poa nemoralis* a *Veronica officinalis.*

Luzulo-Fagetum typicum nemá fysiognomicky výrazně odlišné roční aspekty. Roční periodicita je zde sice zřetelná a typická pro bučiny — většina druhů, i co do průměrné účasti a stálosti odkvétá ve 2. čtvrtletí, menší množství ve 2.—3. a ve 3. čtvrtletí — ale doba květu se neprojevuje ve fysiognomii porostu (viz graf 1 — zastoupení doby květu v jednotlivých společenstvech).

Ekologie

Typické kyselé bučiny nacházíme v bukovém pásmu na stinných svazích v nejvyšších polohách dolního Posázaví. Sestupují však na těchto stinných sklonech i níže, asi do 400 m. Takové lokality se vyskytují téměř jen v polesí Těptín na žulovém podkladu, méně v polesí Lojovice na gabbrodioritu. Vyšší polohy v jiných polesích na jílovitých břidlicích jsou již mimo bukové pásmo v pásmu dubobukovém. *Luzulo-Fagetum typicum* zabírá většinou výrazné až příkré svahy na eluviu, převážně na vypuklých tvarech terénu, méně často na plochých svazích. Půdy jsou zde oligotrofní až mesotrofní hnědozemě. Na žulovém eluviu jsou narezle až okrově žlutohnědé, na gabbrodioritu nazelenale hnědé. Půdní profil má jen tenký humusový horizont ($A_F + A_H$ 1—4 cm, moder nebo mullový moder), který rychle, ale v zachovalých porostech ne ostře přechází do minerální půdy. Horizont (B) zaujímá prakticky celý profil až k žulové zvětralině — horizontu C. Horizont (B) je ve svrchní části tmavší, našedle žlutohnědý a směrem dolů postupně světlejší, narezle až okrově žlutohnědý. Celý profil minerální půdy je tvořen zeminou rázu hlinitého písku, je dobře propustný a dosti dobře prostupný, nejeví znaky ulehlosti, neklade odpor při sondování. Má proto značnou vodní i vzdušnou kapacitu a vzhledem ke klimatu bukového pásma a mesoklimatu stinných svahů v létě nadměrně nevysychá. Typickým příkladem je profil ze staré bučiny (porost 2a polesí Těptín) na Gryble (obr. 1).

Poloha tohoto společenstva na stinných svazích bukového pásma oblasti dolního Posázaví ukazuje, stejně jako jeho morfologie, na jeho postavení v bukovém pásmu. Je jeho typickým představitelem; je hlavně

rozšířeno ve vyšších oblastech a do okrajové části pásma v dolním Posázaví zasahuje jen na stanoviště s chladnějším a vlhčím mesoklimatem.

Se společenstvy typických kyselých bučin sousedí v naší oblasti v dolních částech svahů vysokobylinné kyselé bučiny *(Impatiento-Fagetum altherbosum)* nebo v blízkosti potoků kapradinové kyselé bučiny *(Impatiento-Fagetum dryopteridetosum)*. Na horním okraji svahů při přechodu do slunné expozice se obvykle stýkají se třtinovými bučinami *(Luzulo-Fagetum calamagrostidetosum arundinaceae)*, někdy i s kyselými bučinami s lípou, při přechodu do plošin s jedlinami *(Luzulo-Abietum)*. Méně častý je dotyk s kyselou bukovou doubravou *(Luzulo-Quercetum)*. Nastává tehdy, když se stinný svah stáčí do slunné expozice. V tomto případě mohou vzniknout přechodné útvary mezi oběma společenstvy. *Luzulo-Quercetum*, vnikající extrazonálně do bukové oblasti na slunné svahy, mívá často přechodný charakter a lze ho často obtížně odlišit od bučin.

Ekologii společenstva nejlépe ukazuje jeho druhové složení a cenotické vztahy. Buk zde má přes poměrně nízkou polohu tak velkou konkurenční sílu, že dokáže vytlačit všechny ostatní dřeviny, i dub, jehož semenáčky nacházíme velmi hojně, ale dospělé stromy jen zřídka. Pravděpodobně ani jedle nebyla v porostech hojněji zastoupena. Zmlazování buku je velmi dobré, rostlinstvo bylinného patra ho neomezuje. Jeho rozvoji brání jen zástin a vysoušení půdy kořeny starého porostu. Dokazuje to rychlý vývoj bukového nárostu na mírně prosvětlených místech.

Příslušnost k edatopu ukazuje spektrum zastoupení indikátorů půdní úrodnosti a vlhkosti (viz graf 5—8). Jak podle počtu druhů, tak podle stálosti a průměrné účasti převládají acidifilní mesotrofy a silně se účastní megatrofy. V poměru k jiným společenstvům jsou nepatrně zastoupeny nitrofilní druhy i oligotrofy a téměř chybí eurytrofní druhy. Vlhkostní poměry vyjadřuje podle průměrné účasti absolutní převaha druhů, které snášejí širší kolísání vlhkosti v mezích hygrotopů 1—3, případně 2—4. Značnou účast mají také indikátory vyhraněnějších nároků, kterým odpovídají čerstvá stanoviště (hygrotop 2). S tím se shoduje i spektrum hydrotypů podle Iversena. Absolutně převládají mesofyta, silně jsou zastoupena hemixerofyta, méně hygrofyta, mizivě euxerofyta. Můžeme tedy *Luzulo-Fagetum typicum* řadit k edatopu C 2. Humusové poměry ukazuje zastoupení druhů, indikujících moder a širší skupinu „mírných“ forem humusu, které absolutně převládají: podle průměrné účasti mají výraznější zastoupení i druhy mullového moderu.

Světelné poměry v porostech charakterisuje absolutní převaha mesofotních druhů s účastí polyfotních a euryfotních druhů. Oligofotní a hyperfotní druhy ustupují zcela do pozadí. To dává i představu o fytoklimatu porostů. Na klimatické poměry ukazuje zastoupení druhů jednotlivých pásem. Podle průměrné účasti převládají vedle plurizonálních druhy společné bukojedlovému a smrkovému pásmu, podle počtu druhů druhy bukojedlového pásma a společné s pásmem *Quercus-Tilia-Acer*. Se známými výhradami je možno na klimatické poměry usuzovat z areálového spektra. V něm zde absolutně převládají druhy boreomeridionálně oceánické ze skupiny jihoevropských montánních až středoevropských druhů, a to jak podle počtu druhů, tak podle průměrné účasti. Druhy submeridionální úplně chybějí. Souhrnně je výhodné charakterisovat společenstvo zastoupením ekologických diferenciálních skupin. Ty nám ukazují nejen ekologické poměry společenstva, ale jsou i diferenciační a diagnostickou pomůckou. Kromě svazových diferenciálních druhů, které v Posázaví odlišují bukové a dubobukové pásmo a jsou nejvyhraněněji zastoupeny, charakte-

Zápis číslo	237	238	256	109	130	172	72	74	Průměrná účast	Stálost
Nadmořská výška v m	480	480	470	400	410	480	415	420		
Expozice	N	N	N	N	NNE	Ø	SE	N		
Sklon a konfigurace	20°+	20°+	15°+	15°+	25°+	0°+	15°(-)	20°+		
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr		
Vývojové stadium	+3	+3	+3	3	3	5	5	5		
E_4 pokryvnost %	70	95	80	90	65	65	60	70		
Fagus silvatica	4.4	5.5	5.5	5.5	4.4	1.1	+.1	+.1	48,8	X
Betula verrucosa	—	—	+1	+1	—	—	3.3	+1	5,0	V
Pinus silvestris	—	—	+1	—	—	2.2	2.2	3.3	8,5	V
Larix decidua (kult.)	—	—	—	—	—	—	1.1	3.3	5,0	II
Quercus robur (+ *petraea*)	—	—	—	—	—	3.4	—	—	4,6	I
Tilia cordata	—	—	—	—	—	+.1	—	—	0,1	I
Carpinus betulus	—	—	—	—	—	1.1	—	—	0,4	I
E_3 %	—	—	20	—	20	—	3	—		
Fagus silvatica	—	—	—	—	2.2	—	1.2	—	2,3	II
Carpinus betulus	—	—	2.2	—	1.2	—	—	—	2,3	II
E_2 %	—	—	—	—	—	—	—	3		
Fagus silvatica	—	—	—	—	—	—	—	1.1	0,4	I
Quercus robur	—	—	—	—	—	—	—	+1	0,1	I
Sorbus aucuparia	—	—	—	—	—	—	—	1.1	0,4	I
Betula verrucosa	—	—	—	—	—	—	—	1.1	0,4	I
E_1 %	60	5	60	20	15	40	70	100		
Fagus silvatica	2.2	1.2	1.1	1.2	1.2	—	1.2	+1	3,9	VIII
Quercus robur	—	—	+1	—	1.1	—	+1	+1	0,7	V
Sorbus aucuparia	—	—	+1	—	—	—	+1	1.1	0,6	IV
Carpinus betulus	—	—	+1	—	—	+1	+1	—	0,4	IV
Picea excelsa	—	—	+1	—	+1	—	—	—	0,2	II
Acer platanoides + + *pseudoplatanus*	—	—	—	+1	—	—	—	—	0,1	I
Luzula nemorosa	4.4	1.2	4.4	2.3	2.2	1.2	3.3	+1	24,7	X
Mycelis muralis	1.2	+1	+1	—	+1	—	1.2	+1	1,3	VII
Poa nemoralis	1.2	+2	+2	—	—	3.3	1.1	2.2	7,5	VII
Veronica officinalis	+1	+1	+2	—	+1	1.2	+1	—	1,0	VII
Hieracium silvaticum	+1	—	—	1.1	+1	—	+1	1.1	1,1	VI
Scrophularia nodosa	+1	+2	+1	—	1.1	—	1.2	—	1,1	VI
Prenathes purpurea	+2	—	+1	1.2	1.2	—	—	—	1,0	V
Calamagrostis epigeios	—	—	—	—	1.2	1.2	1.2	+1	1,2	V
Hypericum perforatum	—	—	—	—	—	+2	+1	+1	0,4	IV
Rubus idaeus	—	—	—	—	+1	—	+1	2.2	2,4	IV
Senecio nemorensis	—	—	+1°	—	—	—	+1	—	0,2	II
Galium scabrum	—	—	—	—	—	—	1.2	1.2	0,7	II
Moehringia trinervia	—	+1	—	—	—	—	—	1.2	0,5	II
Hieracium pilosella	—	—	—	—	—	+2	1.1	—	0,5	II

Zápis číslo	237	238	256	109	130	172	72	74	Průměrná účast	Stálost
Nadmořská výška v m	480	480	470	400	410	480	415	420		
Expozice	N	N	N	N	NNE	Ø	SE	N		
Sklon a konfigurace	20°+	20°+	15°+	15°+	25°+	0°+	15°(-)	20°+		
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr		
Vývojové stadium	+3	+3	+3	3	3	5	5	5		
Athyrium filix femina	+1°	—	—	—	—	—	1.1	—	0,5	II
Oxalis acetosella	—	—	—	—	—	—	1.2	2.2	2,3	II
Chamaenerion angustifolium	+1	—	—	—	+1	—	—	—	0,3	II
Carex pilulifera	—	—	—	—	+1	—	1.1	—	0,5	II
Vaccinium myrtillus	—	—	—	—	—	—	—	1.2	0,4	I
Calamagrostis villosa	—	—	—	—	—	—	—	2.3	1,9	I
Asperula odorata	—	—	+2	—	—	—	—	—	0,1	I
Carex digitata	—	—	—	—	+1	—	—	—	0,1	I
Genista tinctoria	—	—	—	—	—	—	+1	—	0,1	I
Agrostis tenuis	—	—	—	—	—	—	—	1.2	0,4	I
Melampyrum vulgatum	—	—	—	—	—	—	1.1	—	0,4	I
E_0 %	10	5	5	10	5	20	20	50		
Polytrichum formosum	1.2	+2	+2	2.2	2.2	—	1.2	1.1	5,1	VIII
Dicranum scoparium	1.2	1.2	1.2	—	1.2	2.2	—	—	3,4	VI
Entodon schreberi	—	+2	—	—	—	—	2.2	3.3	6,6	IV
Hypnum cupressiforme	1.2	1.2	—	—	—	1.2	—	1.2	1,5	V
Hylocomium splendens	—	—	—	—	—	—	1.1	1.2	0,8	II
Catharinaea undulata	+1	+2	—	—	—	—	—	—	0,2	II
Mnium affine	—	—	—	—	—	+2	—	1.2	0,5	II

Dodatek k tabulce: druhy s malou stálostí (v zápise č.: —) *Hieracium lachenalii* (237 — +1; 256 — +1), *Taraxacum officinale* (237 — +1), *Hypericum hirsutum* (237 — +1), *Musci* sp. (237 — +2; 238 — +2; 256 — 1,2; 130 — +2, 172 — +2), *Tilia cordata* (E_3, 256 — +1; E_1, 256 — +1), *Veronica chamaedrys* (256 — +1), *Calamagrostis arundinacea* (256 — +1), *Populus tremula* (E_1, 130 — +1), *Rumex acetosella* (172 — +2), *Luzula pallescens* (172 — +2), *Festuca ovina* (172 — +2), *Betula verrucosa* (E_1, 172 — +1), *Polytrichum juniperinum* (172 — 1,2), *Ceratodon purpureus* (172 — 1,2), *Pinus silvestris* (E_1, 72 — +1), *Myosotis arvensis* (72 — +1), *Dicranum undulatum* (72 — 1,2), *Galeopsis pubescens* (74 — 1,2), *Viola riviniana* (74 — 1,1), *Fragaria vesca* (74 — 1,1), *Rosa sp.* (74 — +1), *Rubus fruticosus* (74 — +1).

risují typické kyselé bučiny už jen skupiny megatrofů a oligotrofů, přítomných v lesích dolního Posázaví téměř všeobecně. Absenci ostatních ekologických skupin můžeme považovat za důležitý negativní diferenciační a ekologický znak. Všechny uvedené skutečnosti ukazují, že jde o stanoviště dosti bohaté, bez obohacování svahovým materiálem a mimo vliv svahové nebo podzemní vody, které patří do kategorie $IIIa_2$ v typickém (meso-) klimatu bukového pásma.

Spektra důležitých biologických typů mají význam i jako ukazatelé biocenotických korelací. V typických kyselých bučinách zřetelně převládají druhy anemofilní, mnohem méně jsou zastoupeny druhy autogamní + en-

tomofilní a entomofilní. Podle způsobu rozšiřování převládají — jako ve všech ostatních společenstvech — druhy s několika způsoby dálkového rozšíření (anemo+hydro+zoochorní). Větší účast mají už jen druhy zoochorní a anemochorní (dálkově). Myrmekochorní druhy jsou jen nepatrně zastoupeny (viz graf 13).

Dynamika

Z vývojového hlediska je možno u jednotlivých společenstev sledovat prakticky jen krátkodobé změny, zejména vliv zásahů člověka a obvyklý vývoj, probíhající se střídáním věkových stadií porostů. Prakticky nejdůležitější je průběh střídání vývojových stadií, který se v tomto typu lesa neprojevuje příliš výrazně. Tabulka 1 ukazuje snímky z přirozených lesů, a to 3. a 5. stadium. 3. stadium je pravděpodobně totožné se stadiem přírodních lesů (2). Stadium 5 reprezentuje porostní typ s borovicí, která se většinou pěstuje na stanovištích typických kyselých bučin, případně s modřínem. V porostu se udržuje obvykle do dospělého věku bříza; dále ji nacházíme alespoň v podúrovni a v keřovém patře s dubem a jeřábem. V bylinném patru se změna projevuje poměrně málo, ale přece zřetelně, zejména zvýšenou účastí skupiny oligotrofů, což ukazuje na určité zhoršení humusových poměrů. Jak prostorovou strukturou, tak i účastí některých druhů se typické kyselé bučiny poněkud blíží kyselým bukovým doubravám, ale nemají podstatné složky jejich význačné druhové kombinace. Smrkové porostní typy, které jsou méně časté, rovněž nejeví znaky degradace, nehledíc k výraznějšímu zhoršení humusových poměrů a utlumení rozvoje nižších pater zástinem. V silně prolámaných smrkových porostních typech se někdy ve velmi řídkých případech objevuje nápadné nitrofilní stadium se starčkem *(Senecio nemorensis ssp. fuchsii)*, které má jen krátkodobou povahu a děkuje za svůj vznik rychlému rozkladu nahromaděných organických látek.

Porosty (i porostní typy) jsou značně stabilní, všechny dřeviny, i kulturou rozšířený smrk, jsou pevně zakořeněny; proto nenacházíme vývraty. Nenacházíme však ani staré holiny, což souvisí s odolností proti živelným kalamitám a svědčí o tom, že v tomto typu nejsou obtíže s obnovou porostů.

O dlouhodobých změnách lze říci jen tolik, že buk úplně vytlačil z těchto stanovišť starší vegetaci, takže prakticky nenacházíme relikty, kromě několika málo druhů, které se jen málo uplatňují, jako *Calamagrostis villosa*. Společenstvo nejeví znaky, které by svědčily o změně vývojové tendence.

Systematika a chorologie

V typických kyselých bučinách převládají počtem druhů i stálostí druhy třídy *Querceto-Fagetea*; podle průměrné účastí jsou na druhém místě za diferenciální skupinou svazu *Luzulo-Fagion*. Pořadí zastoupení druhů jednotlivých vyšších fytocenologických jednotek je toto:

a) podle stálosti: QF-Fn-Ea-DLFn-Fia-Pca-Cn-CU-Qir-AU-SM,

b) podle průměrné účasti: DLFn-QF-Pca-Fn-Ea-Fia, ostatní bezvýznamné.

c) podle počtu druhů: QF-Fn-Ea-Fia-Pca-DLFn, ostatní bezvýznamné.

Z uvedeného je zřejmá příslušnost společenstva ke třídě *Querceto-Fa-*

getea, řádu *Fagetalia*, a velký kvantitativní rozvoj diferenciálních druhů svazu *Luzulo-Fagion* určuje jasně zařazení do tohoto svazu. Je vidět, že kyselé bučiny mají mnohem blíže k smrčinám (sv. *Piceion*, ř. *Piceetalia*) než ke kyselým doubravám, jak se někdy soudí. Druhy třídy *Epilobietea* jsou rostliny, které mají těžiště výskytu v příslušných pasekových společenstvech a nijak neruší obraz systematického postavení typických kyselých bučin. Druhy jiných jednotek není třeba respektovat vzhledem k jejich nepatrnému zastoupení.

Jak bylo uvedeno, patří *Luzulo-Fagetum typicum* k vegetačnímu pásu *Fagus-Abies;* zastoupení druhů společných s pásem *Quercus-Tilia-Acer* ukazuje blízkost tohoto pásu, a podle průměrné účasti převládající bizonální druhy pásů *Fagus-Abies* a *Picea* ukazují ve shodě se zastoupením význačných druhů na vztahy k tomuto pásu.

O synonymech a blízkých společenstvech platí prakticky totéž, co pro celou asociaci *Luzulo-Fagetum*, jelikož typické kyselé bučiny jsou jejím nejběžnějším reprezentantem. Uvádí je Domin (1931) z různých oblastí ČSR, Markgraf (1932) z různých částí Německa, Sillinger (1929) z Tematínských kopců, Dostál (1933) ze Slovenského Krasu, Soó (1934) z Maďarska, Zlatník z Karpat (1935), Tüxen ze severozápadního Německa (1937), Rubner (1940), Klika (1942) ze Slovenska, J. a M. Bartsch (1940) ze Schwarzwaldu, Oberdorfer (1938, 1950) z jihozápadního Německa, Etter (1943, 1947), Leibundgut (1948), Moor (1942, 1945, 1947, 1950) a Kuoch (1947) ze Švýcarska, Reichling (1948, 1953) z Luxemburgu, F. K. Hartmann (1948) z celé řady středoevropských pohoří pod názvem *Luzuleto-Fagetum*, S. Jahn (1952, 1955) z Německa (Hils, Siegerland), H. Meusel (1935 a zejména 1955 z Harzu) a mnozí další. Jsou tedy typické kyselé bučiny všeobecně rozšířeny v pohořích střední a západní Evropy na silikátovém nebo odvápněném podkladu.

TŘTINOVÉ KYSELÉ BUČINY (LUZULO-FAGETUM CALAMAGROSTIDETOSUM ARUNDINACEAE)

Morfologické znaky

Třtinové smíšené bučiny stojí v suché (čerstvé) řadě typů mezi kyselými a lipovými bučinami. Stanovištní poměry podmiňují pravidelně pomístné porušení zápoje, porosty jsou světlé a tvoří je ve všech patrech mnohem více druhů, než v typických kyselých bučinách.

Přirozené porosty jsou horizontálně i vertikálně nepravidelně rozrůzněné směsi převládajícího buku s dubem zimním a příměsí borovice, habru a břízy, méně i jedle, s pomístně slabě vyvinutou podúrovní; keřové patro je jen nepravidelně místy zastoupeno stejnými druhy. Vyplnění prostoru je tedy neúplné. Fysiognomicky jde o typický smíšený les; dojem nepravidelné struktury zvyšují různé tvary většinou mohutně vyvinutých, dosti hluboko sahajících korun různých druhů stromů. Pokryvnost bylinného patra vykazuje značné výkyvy, ale dosahuje obvykle vysokých hodnot. Ve světlejších porostech udává fysiognomii souvislý porost *Calamagrostis arundinacea*, jinak se střídají trsy, skupiny až větší koberce této trávy s koberci borůvky na souvislém podkladu biky hajní, místy přerušovaném ploškami převážně bukového opadu. Mechové patro je zastoupeno jen slabě.

V bylinném a keřovém patru převládají H, značně jsou zastoupena Ch a MM; proti typické subasociaci přibylo Th. Převládají nízké druhy (0,2 až 0,5 m) a hojně jsou zastoupeny středně vysoké druhy, proti předešlému

Tabulka 2

Kyselé třtinové bučiny (Luzulo — Fagetum calamagrostidetosum arundinaceae):

Zápis číslo	87	104	122	123	150	89	136	101	128	149	Stálost
Nadmořská výška v m	480	485	510	505	480	490	490	485	440	420	
Expozice	Ø	SE	Ø	S	S	Ø	Ø	SW	S	SSW	
Sklon, konfigurace	0-5°+	0-3°+	0-8°+	10°	7°+	0°±	0-10°+	0-5°+	15°(±)	5°±	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	3	3	3	3	3	5	5	6	6	6	
E_4 %	70	70	60	90	50	70	70	70	70	60	
Fagus silvatica	3.3	3.3	4.4	5.5	3.3	2.2	1.2	—	1.1	+.1	IX
Pinus silvestris	1.1	+.1	—	+.1	2.2	2.2	+.1	+.1	4.4	3.3	IX
Quercus petraea	3.3	2.2	—	+.1	1.1	1.2	4.4	1.1	+.1	—	VIII
Abies alba	—	—	—	+.1	1.1	+.1	—	—	—	2.2	IV
Picea excelsa (kult. p. p.)	+.1	—	—	—	—	2.2	—	2.2	1.1	1.1	V
Carpinus betulus	+.1	2.2	1.2	—	—	—	—	—	—	—	III
Larix decidua (kult.)	—	—	—	—	—	+.1	+.1	4.4	—	—	III
Betula verrucosa	—	+.1	—	—	1.1	—	—	—	—	—	II
E_3 %	—	—	10	—	—	—	—	—	5	—	
Fagus silvatica									1.2		I
Betula verrucosa			1.2		—	—	—	—		—	I
E_2 %	1	—	—	—	5	2	—	3	5	5	
Betula verrucosa	+.1	—	—	—	1.2	—	—	+.1	—	1.1	IV
Picea excelsa (kult. p. p.)	—	—	—	—	1.2	+.1	—	—	+.2°	+.1	IV
Fagus silvatica	—	—	—	—	+.1	—	—	—	1.1	—	II
Abies alba	—	—	—	—	—	+.1	—	—	—	—	I
Quercus petraea	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	—	I
Sorbus aucuparia	—	—	—	—	—	—	—	1.2	—	—	I
E_1 %	70	70	60	15	80	70	70	70	25	60	
Quercus petraea	1.1	1.1	1.1	+.1	2.2	+.1	+.1	1.1	1.1	1.1	X
Fagus silvatica	+.1	—	2.2	1.1	1.2	2.2	1.1	—	1.1	—	VII
Sorbus aucuparia	+.1	1.1	—	1.1	1.1	+.2	1.1	1.1	—	—	VII
Betula verrucosa	+.1	—	1.2	—	+.1	+.1	—	—	—	—	IV
Pinus silvestris	1.1	—	—	—	+.1	+.1	—	—	—	1.1	IV
Picea excelsa	+.1	—	—	—	+.1	+.1	—	—	—	+.1	IV
Carpinus betulus	—	1.1	1.2	—	—	—	—	—	—	—	II
Abies alba	—	—	—	—	+.1	—	—	—	—	+.1	II
Tilia cordata	—	—	—	—	—	+.1	—	—	—	—	I
Larix decidua	—	—	—	—	—	+.1	—	—	—	—	I
Luzula nemorosa	3.3	1.2	2.2	2.2	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	X
Calamagrostis arundinacea	2.2	3.3	3.3	1.2	2.3	+.2	3.3	+.2	1.2	2.2	X
Vaccinium myrtillus	1.2	+.2	2.3	1.2	2.3	3.3	1.2	2.2	2.2	2.3	X

Zápis číslo	87	104	122	123	150	89	136	101	128	149	Stálost
Nadmořská výška v m	480	485	510	505	480	490	490	485	440	420	
Expozice	Ø	SE	Ø	S	S	Ø	Ø	SW	S	SSW	
Sklon, konfigurace	0-5°+	0-3°+	0-8°+	10°	7°+	0°±	0-10°+	0-5°+	15°(±)	5°±	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	3	3	3	3	3	5	5	6	6	6	
Hieracium silvaticum	1.1	+.1	1.1	—	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	1.2	IX
Veronica officinalis	1.2	1.1	—	—	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	VIII
Poa nemoralis	1.1	1.2	+.2	—	+.2	+.2	+.2	2.3	—	—	VII
Deschampsia flexuosa	1.2	—	1.2	—	—	1.1	—	2.3	1.2	—	V
Festuca ovina	+.1	1.2	—	—	+.2	—	2.2	—	—	+.2	V
Oxalis acetosella	+.2	1.2	—	—	+.2	2.2	—	+.2	—	—	V
Convallaria majalis	—	—	1.2	1.1	2.2	1.2	1.2	—	—	—	V
Viola riviniana	+.1	1.1	—	—	+.1	+.1	+.1	—	—	—	V
Chamaenerion angustifolium	+.1	—	—	—	—	+.1	—	+.1	—	1.1	IV
Fragaria vesca	—	1.1	—	—	+.2	1.1	—	—	—	+.1	IV
Mycelis muralis	1.1	+.2	—	—	—	1.1	—	+.1	—	—	IV
Rubus idaeus	1.1	—	1.2	—	—	—	—	2.3	—	+.1	IV
Melampyrum vulgatum	—	2.2	—	—	+.1	1.2	1.1	—	—	—	IV
Carex digitata	—	—	—	—	+.1	—	1.2	+.1	—	+.2	IV
Dryopteris filix mas	—	1.1	—	—	—	+.1	—	+.1	—	—	III
Prenanthes purpurea	+.1	—	1.2	1.1	—	—	—	—	—	—	III
Melica nutans	+.2	—	—	—	—	—	1.2	2.2	—	—	III
Carex pilulifera	—	—	—	—	+.2	1.1	—	—	—	1.2	III
Epipactis latifolia	—	—	—	—	—	+.1	—	—	—	+.1	II
Calamagrostis epigeios	—	—	—	—	—	+.1	—	1.2	—	—	II
Hypericum perforatum	—	1.1	—	—	—	—	+.1	—	—	—	II
Hieracium sabaudum	1.1	—	—	+.1	—	—	—	—	—	—	II
Galeopsis pubescens	—	1.1	—	—	—	—	—	1.1	—	—	II
Carex pairaei	+.2	—	—	—	—	—	—	+.2	—	—	II
Senecio nemorensis	+.1	—	—	—	—	—	—	+.1	—	—	II
Majanthemum bifolium	—	1.1	—	—	—	+.2	—	—	—	—	II
Rumex acetosella	+.1	—	—	—	—	—	—	—	+.1	—	II
Ajuga reptans	—	1.1	—	—	+.2	—	—	—	—	—	II
Calamintha clinopodium	—	—	—	—	+.2	—	+.1	—	—	—	II
Campanula persicifolia	—	—	+.1	—	—	—	+.1	—	—	—	II
Euphorbia cyparissias	—	1.1	—	—	—	—	1.1	—	—	—	II
Hypericum montanum	+.1	—	—	—	—	+.1	—	—	—	—	II
Lathyrus niger	—	1.1	—	—	+.1	—	—	—	—	—	II
Poa pratensis angustifolia	—	+.1	—	—	+.2	—	—	—	—	—	II
E_0 %	10	5	5	5	5	15	3	5	30	30	
Dicranum scoparium	1.2	1.2	+.2	—	1.2	—	+.2	+.2	1.2	1.2	VIII
Hypnum cupressiforme	1.1	1.2	+.2	—	—	—	1.2	—	1.2	—	V

Zápis číslo	87	104	122	123	150	89	136	101	128	149	Stálost
Nadmořská výška v m	480	485	510	505	480	490	490	485	440	420	
Expozice	Ø	SE	Ø	S	S	Ø	Ø	SW	S	SSW	
Sklon, konfigurace	0–5°+	0–3°+	0–8°+	10°	7°+	0°±	0–10°+	0–5°+	15°(±)	5°±	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	3	3	3	3	3	5	5	6	6	6	
Polytrichum juniperinum	1.2	—	+.2	—	+.2	1.2	+.2	—	—	—	V
Cladonia rangiferina	+.1	+.2	+.2	—	—	—	—	—	1.2	—	IV
Entodon schreberi	—	—	—	—	—	—	—	1.2	3.3	2.3	III
Cladonia sp. div.	—	—	+.2	—	—	—	—	—	1.2	—	II
Polytrichum formosum	—	—	—	1.2	—	2.2	—	—	+.1	—	III
Mnium affine	—	+.1	—	—	—	—	+.2	—	—	—	II

Dodatek k tabulce — druhy s malou stálostí (v zápise č.): *Galium scabrum* (89 — 1,2), *Luzula pilosa* (104 — +1), *Moehringia trinervia* (101 — +2), *Luzula campestris* (149 — +2), *Rubus fruticosus* (149 — +1),*Lathyrus vernus* (89 — +1), *Anemone nemorosa* (89 — 1,2), *Carex pallescens* (149 — +2), *Juncus conglomeratus* (101 — +2), *Scrophularia nodosa* (87 — +1), *Veronica chamaedrys* (150 — +2), *Agrostis tenuis* (101 — +2), *Carex leporina* (101 — +2), *Senecio silvaticus* (101 — 1,1, 87 — +1), *Galium aparine* (87 — +1), *Dicranella sp.* (87 — 1,2), *Campanula rotundifolia* (104 — +1), *Arrhenatherum elatius* (104 — +2), *Viscaria vulgaris* (104 — +1), *Lupinus sp.* (104 — +2), *Fraxinus* (E_1, 104 — +1), *Galium mollugo* (104 — +1), *Musci sp.* (123 — +2), *Pinus silvestris* (E_2, 150 — +2), *Vicia sepium* (150 — +1), *Hieracium lachenalii* (150 — +1), *Hypericum maculatum* (150 — +1), *Carex brizoides* (89 — lok. 1,2), *Carex silvatica* (89 — lok. 1,2), *Catharinaea undulata* (89 — 1,1), *Carex montana* (136 — 1,2), *Galium silvaticum* (136 — +2), *Chrysanthemum corymbosum* (136 — 1,1), *Polygonatum odoratum* (136 — 1,1), *Rosa sp.* (136 — 1,1), *Campanula rapunculoides* (136 — +1), *Larix* (E_2 101 — 1,1), *Dicranum undulatum* (149 — 1,2; 128 — 2,2), *Salix capraea* (E_2 149 — 1.1), *Hieracium pilosella* (149 — +2), *Juniperus communis* (E_1, 149 — +1).

společenstvu stoupla účast vysokých druhů. Druhy se středně velkými listy převládají jen asi čtyřnásobně nad druhy s malými listy. Třtinové smíšené bučiny lze tedy charakterisovat jako společenstvo megafanerofytů a hemikryptofytů se značnou účastí chamefytů. V bylinném patře převládají nízké a středně vysoké druhy, vedle druhů se středně velkými listy se významně uplatňují malolisté rostliny (viz tab 2 a graf 4).

Přirozená druhová kombinace stromového patra je patrná z četných zbytků přirozených porostů. Pro jednotlivé plochy je doložena archivními doklady původnosti buku a dubu vedle břízy, osiky, borovice a habru.

Význačnou druhovou kombinaci tvoří asociační diferenciální druhy *Fagus silvatica, Luzula nemorosa* a *Polytrichum formosum*, které jsou současně konstantní, druhy svazu *Fagion* (s menší stálostí), diferenciální druhy subasociace, *Calamagrostis arundinacea* (společná s lipovými bučinami) a konstanty: *Hieracium silvaticum, Poa nemoralis, Vaccinium myrtillus* a *Veronica officinalis.*

Roční periodicita je méně zřetelná než u typických kyselých bučin: většina druhů kvete ve 2. čtvrtletí a na přechodu ke 3. čtvrtletí, ale značný počet i ve 3. čtvrtletí. Ani zde se neprojevují fysiognomicky různé aspekty.

Ekologie

Luzulo-Fagetum calamagrostidetosum arundinaceae se vyskytuje na zvlněných, mírných, slunných svazích a na plošinách v bukovém pásmu, v polesí Těptín na žule a v polesí Lojovice omezeně na gabbrodioritu. Jsou pro ně charakteristické balvanité vyvýšeniny na terénních vlnách. Půdy jsou oligotrofní až mesotrofní hnědozemě.

Jako příklad může sloužit profil z porostu 10i v polesí Těptín:

A_L 0—1 cm hrabanka (převážně bukového listí)
$A_F + A_H$ 1—3 moder
A_H/(B) 3—5 hnědošedý, slabě hlinitý písek
(B) 5—60 jasně žlutohnědý, slabě hlinitý sypký písek
C < 60 zvětralá žula

Půda je v celém profilu dobře propustná a prostupná, v létě je vzhledem k slunné poloze vysýchání poněkud zřetelnější. Jak ukazuje umístění na mírných slunných sklonech i řada dalších znaků, jsou třtinové bučiny mírně teplomilná společenstva bukového pásma, omezená sice na klima tohoto pásma, ale v jeho rámci na místa s teplejším mesoklimatem, s poněkud větším kolísáním teplot, vystavěna větru.

Mezi sousedícími společenstvy nacházíme na přechodu do příkrých slunných svahů lipové bučiny, na přechodu do plošiny s mírným stinným sklonem s těžší půdou jedliny. V plochých sběrných pánvích potůčků na ně navazují vysokobylinné kyselé bučiny, do kterých zde často přesahuje třtina. Někdy sousedí přímo s úzkým proužkem *Alneta* s *Carex remota* při potůčcích, nebo s úzkou obrubou kapradinových bučin, která je někdy doprovází, nebo i s fragmenty olšin v místech s nepatrným spádem koryta potůčků.

Nestejnoměrnost stanovištních poměrů a nevyrovnaný reliéf ovlivňují cenotické vztahy jednotlivých druhů a působí na jejich plošné rozmístění i na jejich podíl ve výstavbě společenstva na jednotlivých lokalitách. Balvanité vyvýšeniny znemožňují buku vytvoření souvislé a vyrovnané úrovně korun a jsou hlavní „zásobárnou“ světlomilných dřevin, které se odtud šíří i na dočasně prosvětlená místa. Vitalita buku není omezena, a proto uvedené stanovištní poměry umožňují vznik směsi se slunnými dřevinami. Stanoviště tohoto typu vyhovují v naší oblasti ze všech nejlépe nárokům modřínu, zavedeného kulturou. Nejlépe se zmlazuje buk, dub a jeřáb. Pozoruhodné je, že borovice se zmlazuje daleko obtížněji.

Ve spektru zastoupení indikátorů půdní úrodnosti převládají acidifilní mesotrofy, značně jsou zastoupeny megatrofy, menší účast mají oligotrofy. Proti typické subasociaci se zvýšil podíl nitrofilních druhů (viz tab. 2). Vlhkostní poměry ukazuje absolutní převaha druhů se širší amplitudou nároků na vlhkost (suché až vlhké, případně čerstvé až mokré), silné zastoupení indikátorů čerstvých stanovišť (hygrotopu 2) a zvýšená účast druhů suchých stanovišť. Určité větší zastoupení druhů střídavě vlhkých půd odpovídá lokálně slabě vyvinuté variantě *Luzula pilosa* v mělkých úžlabinách. Ve spektru se kromě převládajících mesofytů velmi silně uplatňují hemixerofyty, za nimiž v průměrné účasti daleko zůstávají hygrofyty. Třtinové bučiny tedy patří k edatopu C 1—2 (dosti bohaté, suché až čerstvé). Na humusové poměry lze soudit z jednoznačné převahy druhů „mírného“ humusu (mullové formy až moder) a značnějšího podílu druhů mullového moderu, moderu a druhů moderu až surového humusu. Podíl této poslední

skupiny ve srovnání s typickými kyselými bučinami značně vzrostl. Ukazuje to při stále poměrně dobrých humusových poměrech na větší sklon ke zhoršení jako následku nevhodných zásahů. Světelné poměry a tím i modifikace klimatu v porostech ukazují převládající mesofotní a velmi silně zastoupené polyfotní druhy. Na klimatické poměry můžeme soudit ze zastoupení druhů jednotlivých vegetačních pásů; vedle plurizonálních je největší počet bizonálních druhů pásů QTA + FA, silně jsou zastoupeny druhy QTA, QTA + QRC a FA. Značné průměrná účast druhů FA + P a P + LPC je dána edafickými poměry (při malém počtu druhů). Ukazuje to na přechodní mesoklima bukové a dubobukové oblasti. Ve spektru areálových typů podobně jako v typické subasociaci převládají druhy boreomeridionálně-oceánické ze skupiny jihoevropsko-montánních a až středoevropských druhů a přistupují nově dva druhy boreomeridionálně-kontinentální, které v předešlé subasociaci chyběly.

Třtinové bučiny jsou dobře charakterisovány ekologickými diferenciálními skupinami. Kromě svazových diferenciálních druhů, které v naší oblasti vyznačují bukové a dubobukové pásmo, jsou to hlavně teplomilné a suchomilné druhy skupiny *Chrysanthemum corymbosum*, megatrofy skupiny *Mycelis muralis* a s menší účastí skupina oligotrofů. Proto typické subasociaci je zřetelně zastoupena skupina *Moehringia trinervia*. Variantu *Luzula pilosa* odlišuje skupina střídavě vlhkých půd.

Můžeme proto typ lesního území kyselých třtinových bučin zařadit do kategorie $IIIa_2$ v teplejším přechodném mesoklimatu bukového pásma.

V porostech třtinové subasociace v bylinném a keřovém patru výrazně převládají podle průměrné účasti druhy anemofilní, počtem druhů jsou stejně zastoupeny s druhy entomofilními, menší účast mají druhy autogamní + + entomofilní. Podle způsobu rozšiřování převládají druhy s dálkovým šířením různými způsoby (vítr, voda, živočichové), silně se účastní druhy anemochorní a zoochorní, méně myrmekochorní a druhy šířené větrem na blízko.

Dynamika

Rozdíly jednotlivých vývojových stadií v řadě polopřirozených lesů (stadia 3—6) jsou vidět z fytocenologické tabulky 2. Ani v borových porostních typech podstatně nevzrůstá účast keřového patra a podúrovně, jež jsou zásadním znakem bukových doubrav.

V bylinném patře se přechod k horším vývojovým stadiím téměř neprojevuje, kromě určitého vzrůstu zastoupení oligotrofů a ústupu některých druhů, jako *Prenanthes purpurea* a náročnějších druhů teplomilné skupiny. Výraznější je to v mechovém patře, kde se projevuje jednak celkovým růstem jeho pokryvnosti, a kvalitativně tím, že se objevuje *Hypnum (Entodon) schreberi*.

Ve stadiu holiny vznikají husté travní porosty, v nichž je pro obnovu porostu nebezpečná později vnikající *Calamagrostis epigeios*.

V dlouhodobém vývoji nedokázal buk vytlačit zbytky starších společenstev ne pro nedostatečnou vitalitu, ale pro uvedené nevyrovnanosti stanoviště. Při chybných hospodářských zásazích by mohla tendence vývoje v budoucnu vést k postupnému vytlačení buku a převaze borovice nad dubem. Důsledkem by bylo určité přiblížení *Luzulo-Quercetu*, vysušení

a snížení produkční schopnosti. Zavedený modřín, kterému se v tomto typu lesa velmi dobře daří, se zde dosti dobře zmlazuje a zůstal by pravděpodobně součástí porostní skladby i při přirozeném vývoji v budoucnu.

Systematika a chorologie

V porostech třtinových bučin převládají podle počtu druhů i průměrné účasti význačné druhy třídy *Querceto-Fagetea* a druhy řádu *Fagetalia*. Silně jsou zastoupeny druhy třídy *Epilobietea* (pasekové) a s menší průměrnou účastí druhy řádu *Quercetalia pubescentis* a svazu *Fagion*. Diferenciální druhy svazu *Luzulo-Fagion* zastupují jen tři druhy, avšak s velkou účastí, a podobně se chovají druhy řádu *Picetalia*. To ukazuje jednoznačně příslušnost ke svazu *Luzulo-Fagion*, řádu *Fagetalia*, třídy *Querceto-Fagetea*. Značnější účast druhů řádu *Quercetalia pubescentis* zdůrazňuje mírně teplomilnou povahu společenstva a ukazuje na jeho postavení ve svazu. Jak vyplývá ze spektra druhů jednotlivých vegetačních pásů (viz graf 11) jsou třtinové bučiny společenstvem okrajové části pásu FA při přechodu do pásu QTA, jehož blízkost se výrazně ve spektru projevuje.

Totožná nebo alespoň blízká společenstva popsala již řada autorů. Tak Domin (1931) uvádí *Fagetum gramminosum* soc. *Calamagrostis arundinacea* z oblasti ČSR. Zlatník (1928) blízké společenstvo z Krkonoš, R. Mikyška (1939) ze Slovenského Rudohoří, R. Soó (1934) z Maďarska; v novější době F. K. Hartmann (1953) uvádí v souhrnné charakteristice *Luzuleto-Fageta* i podrobný výstižný popis subasociace s *Calamagrostis arundinacea* z řady středoevropských pohoří, v regionální práci ji popsal Seibert (1954). Prakticky totožné je i *Melampyreto-Fagetum* s *Calamagrostis arundinacea*, které uvádí Oberdorfer (1954) jako synonymum pro příslušnou subasociaci *Luzuleto-Querceta* ve vysvětlivkách k fytocenologické mapě list Ettlingen—Karlsruhe. Obdobné společenstvo z vyššího pásma je Zlatníkovo *Fageto-Piceetum* s *Calamagrostis arundinacea* (1935) z Východních Karpat, kde se vyskytuje na suchých, příkrých svazích. Alespoň částečně blízká jsou i některá společenstva popsaná jako*Fagetum poetosum nemoralis* apod. Je vidět, že třtinové kyselé bučiny jsou všeobecně rozšířeným společenstvem v areálu bučin.

KYSELÉ LIPOVÉ BUČINY (TILIO-FAGETUM LUZULETOSUM)

Kyselé lipové bučiny byly původně řazeny k *Luzulo-Fagetum* jako subasociace *tilietosum*. Jsou určitou, ale svéráznou obdobou habrových bučin.

V kyselých lipových bučinách existují tři morfologicky i ekologicky zřetelně odlišné varianty, kterým přísluší charakter samostatných společenstev. Je to:

a) kyselá i mesoklimaticky extrémnější kručinková varianta (var. *Genista tinctoria + germanica)*.

b) bohatší, mesofilnější mařinková varianta (var. *Asperula odorata)*,

c) varianta hrabanková (var. *nudum*).

Vzhledem k řadě společných znaků je vhodné o nich pojednat společně.

Morfologie

Podle prostorové struktury se od ostatních dvou variant nápadně liší hrabanková varianta. Je to prakticky jen jednopatrové společenstvo stromů s vyrovnanou úrovní, jehož jednoduchá výstavba je působena značnou stinností a uzavřeností stromového patra. Listový opad se na prudkých

svazích hromadí jen pomístně. Keřové patro chybí, bylinné a mechové patro se fysiognomicky neuplatňuje a dosahuje jen několika málo procent pokryvnosti. Ve stromovém patře převládá téměř absolutně buk, což působí velký zástin. Ojediněle vtroušené lípy a břízy mají stlačené koruny a neruší dojem čisté bučiny. Tato varianta fysiognomicky připomína *Luzulo-Fagetum typicum*, které však má normálně vyvinuté bylinné patro.

Složitější je struktura mařinkové varianty. Nacházíme zde stromovou podúroveň i keřové patro, třeba slabě vyvinuté, podobně jako v kručinkové variantě. Porosty varianty *Asperula* jsou stinné (vlivem převládajícího buku), ale přimíšené dřeviny mají značný podíl na vytváření úrovně i podúrovně (zejména lípa se účastní i v keřovém patru), a tak mají rozhodující vliv na fysiognomii porostů. Výrazně se uplatňuje bylinné patro, v němž udávají vzhled trávy a bika (*Luzula nemorosa*, *Poa nemoralis*, méně i *Calamagrostis arundinacea*, často jen sterilní).Mechové patro prakticky chybí.

Kručinková varianta má stejnou prostorovou strukturu, ale velký podíl světlomilných dřevin působí velmi světlý ráz porostů. Fysiognomicky je velmi podobná třtinovým bučinám; i zde se nápadně uplatňují vysoké trsy a stébla *Calamagrostis arundinacea* a nápadně vyniká horizontální nepravidelnost porostů. V méně zachovalých vývojových stadiích přirozených porostů se výrazněji uplatňuje borůvka a stoupá pokryvnost mechového patra.

V zastoupení strukturních typů jsou mezi oběma variantami určité rozdíly. V kručinkové variantě se vedle H silně uplatňují Ch. V mařinkové variantě se velmi výrazně uplatňují geofyta a ze všech posázavských lesních společenstev je v ní nejvíce therofytů. Mnohem podobnější je u obou variant zastoupení druhů podle výšky osy; v obou převládají nízké rostliny (0,2—0,5 m), ale silně jsou zastoupeny i další skupiny, nízké, střední a vysoké rostliny. U obou variant jsou obdobně zastoupeny druhy podle velikosti listů; druhy se středně velkými listy asi pětkrát převyšují průměrnou účast malolistých.

Souhrnně lze tedy říci, že kyselé lipové bučiny jsou společenstva megafanerofytů a hemikryptofytů (H) se silnou účastí geofytů (G) v mařinkové a chamefytů (Ch) v kručinkové variantě.

Přirozená skladba stromového patra, zřejmá z četných zbytků porostů, které jsou z velké části vyřazeny z normálního hospodaření jako ochranné lesy na příkrých svazích, ohrožených erosí půdy, je doložena historicky (popisy lesů a zejména Oppelův elaborát z r. 1832). Buk je hlavní složkou porostů, v mařinkové variantě je však hojnější. Silně je zastoupen dub zimní a lípa malolistá, v kručinkové variantě borovice. Stálou přiměsí je habr a bříza, řidčeji v mařinkové variantě klen.

Ve floristickém složení jsou mezi oběma variantami výrazné rozdíly. V charakteristické druhové kombinaci podrostu jsou tyto druhy společné oběma variantám: svazové diferenciální druhy *Luzula nemorosa* a *Galium scabrum*, diferenciální druhy (lokálně význačné druhy) kyselých lipových bučin *Cephalanthera ensifolia* a *Digitalis grandiflora*. Z dalších jsou to zejména konstantní *Calamagrostis arundinacea* (která obě varianty spojuje s blízkými třtinovými bučinami do výrazné skupiny subasociací), *Hieracium silvaticum, Mycelis muralis, Poa nemoralis, Viola riviniana* a *Veronica officinalis*. Mařinková varianta je dobře odlišena diferenciálními (lokálně význačnými) druhy *Sanicula europaea* a *Bromus ramosus ssp. benekeni* a diferenciálními druhy *(Asperula odorata, Carex pairaei, Geranium robertianum)*. Kručinkovou variantu odlišují obě kručinky.

Absolutní většina druhů obou variant kvete ve 2. čtvrtletí a na přechodu ke 3. čtvrtletí, ale nevytváří nápadně fysiognomicky odlišné roční aspekty. podobně jako většina lesních společenstev dolního Posázaví.

Ekologie

Kyselé lipové bučiny jsou nejčastěji v nadmořské výšce 400—500 m, výjimečně sestupují i níže. Kručinková varianta je hojnější v nižší části tohoto výškového rozpětí, okolo 400 m, což je dáno zejména utvářením terénu. Všechny tři varianty nacházíme na převážně příkrých svazích slunných exposic, které vytvářejí jakési amfiteatry, otevřené do údolí Sázavy. Jelikož mařinková varianta se vyskytuje hlavně na negativních až plochých tvarech terénu, vystupuje často v amfiteatrech až k okraji Těptínské náhorní plošiny. Naproti tomu kručinková varianta, kterou nacházíme ponejvíce na positivních tvarech terénu, je častější v nižších polohách, kam vybíhají svahy v podobě vypuklých žeber s mírnějším spádem. Uvedené lokality v polesí Těptín jsou na žule, v omezeném rozsahu přímo nad Sázavou u zříceniny Kosteleckého hradu na stlačených krystalických horninách.

Půdy jsou opět oligotrofní až mesotrofní hnědozemě, ve variantě *Asperula* se sytějším hnědým zbarvením a často s mullovým moderem.

Jako příklad může posloužit profil z porostu 18 c_1 v polesí Těptín:

A_L 0—2 cm opad listnáčů (buku, dubu, lípy)
$A_F + A_H$ 2—5 cm moder
A_H/(B) 5—10 cm šedavě žlutohnědý hlinitý písek
(B) 10—50 cm tmavší, narezle žlutohnědý hlinitý písek
(B)/C 50 světlejší, narezle žlutohnědý hlinitý písek

Dobře propustná půda této varianty nemá sklon k vysychání v suchém letním období jako půda kručinkové varianty, která je i morfologicky totožná s půdou třtinových bučin.

Již okolnost, že kyselé lipové bučiny jsou vázány na slunné většinou příkré svahy ukazuje na teplomilnou povahu tohoto společenstva. Mohlo by se zdát podivným, proč na jejich výslunná stanoviště, často dosti malé nadmořské výšky, nevystupuje společenstvo nižšího pásma, kyselé bukové doubravy, nebo by se mohly vyskytnout pochybnosti, zda naše společenstvo patří skutečně k bučinám. O jeho příslušnosti k bučinám nemůže být pochybností, jak o tom svědčí floristické složení (nacházíme zde velké množství typických bučinných druhů) a ekologické znaky. Důvodem, proč se na těchto stanovištích vytvářejí sice výrazně teplomilná, ale přece jen výhradně bučinná společenstva, je pravděpodobně zvláštní charakter mesoklimatu a částečně i edafické poměry. Kontinentální zbarvení mesoklimatu. pochopitelné na jižních sklonech, spadajících do dosti hlubokého otevřeného údolí Sázavy, se projevuje účastí některých druhů s kontinentální tendencí rozšíření, především lípy malolisté. Zaujetí plochy bučinami je však asi umožněno jednak bočním zastíněním vybíhajícími okraji amfiteátrů a terénními vlnami a žebry, což zmírňuje mesoklimatické poměry zejména ve vydutých částech svahů, kde také buk převládá. Jako další důležitý faktor přicházejí v úvahu mlhy, které jsou v údolí Sázavy poměrně časté. Stahují se do něho s výše položených a větru vystavených

náhorních plošin a dosti dlouho se v něm i v amfiteatrech lipových bučin udržují. Tím se asi stalo zdejší mesoklima výrazně teplou variantou klimatu bukového stupně. Svědčí o tom i zastoupení areálových typů a druhů chorologických jednotek (vegetačních pásů).

Všechny tři uvedené varianty kyselých lipových bučin spolu sousedí. Na přechody do náhorní plošiny navazuje blízká třtinová bučina; na úpatích svahů při přechodu vydutých částí svahů do úžlabin s potůčky přechází mařinková varianta plynulými přechody, o jejichž zařazení je často těžko rozhodnut, do vysokobylinných kyselých bučin *(Impatiento-Fagetum altherbosum)* a často i do fragmentárně vyvinutých olšojilmových potočních loužků. Uvnitř plochy kručinkové varianty se na skalnatějších a sráznějších místech, která jsou příčinou uvolnění zápoje, hlavně v nejextrémnějších horních částech svahů někdy vyvíjejí fragmenty kyselých bukových doubrav nebo dokonce borů s ostřicí nízkou *(Cariceto-humilis-Pinetum)*. Kručinková varianta přechází někdy v nižších polohách bez zřetelného ohraničení do kyselých bukových doubrav *(Luzulo-Quercetum)*.

Cenotické vlastnosti stromů jsou v jednotlivých variantách odlišné. Buk nemá nikde sníženou vitalitu, všude se dobře zmlazuje, ale jen v hrabankové variantě dokáže absolutně převládnout. V mařinkové variantě se ostatní dřeviny prosazují silněji a v kručinkové se dub zimní a borovice prosazují nejvýrazněji. Jsou tu nepřímo (prořeďováním porostů) a u borovice přímo (hospodářskými zásahy) podporovány, takže i zde v přirozených porostech je hlavní složkou buk. Lípě a bříze se velmi dobře daří, jen v hrabankové variantě jsou příliš utlačovány bukem. Buk a dub se velmi dobře zmlazují, nárost buku je však početnější. Dobře se zmlazují i habr a jeřáb, lípa nejlépe v mařinkové variantě. Zmlazení borovice v mařinkové variantě prakticky chybí, jen v kručinkové je poněkud lepší. Druhy bylinného patra zmlazování dřevin neomezují, snad jen v mařinkové variantě se kromě stinnosti porostů uplatňuje jejich nepříznivý vliv na zmlazování borovice. Silně se projevuje vliv stromového patra na druhy bylinného patra, jak již bylo uvedeno v odstavci o fysiognomii a struktuře.

V bylinném a keřovém patře kručinkové varianty absolutně převládají stálostí, průměrnou účastí i počtem druhů acidifilní mesotrofy, což vedle floristického složení ukazuje jejich zřetelné vztahy ke svazu *Luzulo-Fagion*. Velmi silně jsou zastoupeny megatrofy, daleko menší je účast oligotrofů (viz tab. 5). Naproti tomu v mařinkové variantě velmi výrazně převládají megatrofy (podle stálosti a průměrné účasti je počet druhů přibližně stejný s mesotrofy). Proti předešlé variantě devítinásobně vzrostla průměrná účast nitrofilních megatrofů a výrazně ubylo oligotrofů. V kručinkové i mařinkové variantě převládají druhy s širšími nároky na vlhkost (indikátory hygrotopů 1—3 jsou mnohem hojnější než 2—4), kterých je podstatně větší podíl v mařinkové variantě. Indikátorů čerstvého a suchého hygrotopu je v mařinkové variantě podstatně méně. Obě varianty můžeme tedy pokud jde o vlhkostní poměry charakterisovat jako čerstvé, mařinková je poněkud vlhčí, kručinková je čerstvá až suchá. Rozdíl ještě lépe vyniká v účasti hydrotypů podle Iversenova pojetí. Kručinkova varianta je společenstvo mesofytů a hemixerofytů s malou účastí mesomorfních euxerofytů a hygrofytů; naproti tomu mařinková varianta je společenstvo mesofytů a hygrofytů s menší účastí hemixerofytů.

V obou variantách kyselých lipových bučin převládají druhy širší skupiny „mírného“ humusu, ve variantě *Asperula* je však jejich převaha ještě nápadnější. Mařinková varianta se liší od kručinkové podstatným poklesem průměrné účasti druhů moderu až surového humusu a naopak výrazným vzestupem mullových rostlin. Podíl druhů mullového moderu

a moderu je v obou variantách dosti velký. Z uvedeného vyplývá příslušnost varianty *Genista* k edatopu C 2—1, a varianty *Asperula* k edatopu C-D 2.

Světelné poměry v přirozených porostech kyselých lipových bučin ukazuje absolutní převaha mesofotních druhů se silnou účastí polyfotních, kterých je v mařinkové variantě méně, ale zato zde osminásobně stoupla průměrná účast oligofotních druhů.

V obou variantách mají co do počtu druhů vedle plurizonálních převahu druhy pásu QTA a bizonální druhy QTA+FA; dále jsou silně zastoupeny druhy pásu FA (dvojnásobek v mařinkové variantě), druhy QTA+QRC, QTA+FA+QRC; dosti výrazně jsou však v obou variatách zastoupeny i druhy lesostepního pásu (PLst), pásu *Quercus pubescens* a bizonální druhy QTA+Qp. Zvýšená průměrná účast druhů pásu FA+P je při jejich malém počtu zřejmě důsledkem edafických poměrů a není kriteriem pro úsudek o klimatických a historických otázkách. To ukazuje, že lipové bučiny stojí na samém okraji bukového pásu při přechodu k pásu smíšeného listnatého lesa a mají vztahy i k mediterránímu pásu dubu pýřitého a kontinentálnímu pásu koniklecové lesostepi.

Spektrum areálových typů (viz graf 10) ukazuje, že v rámci kyselých bučin jen v lipové subasociaci nacházíme i (třeba nečetné) druhy submeridionálně-kontinentální. Velmi výrazně převládají boreomeridionálně-oceánické druhy z okruhu jihoevropsko-montánně-středoevropských.

Tilio-Fagetum luzuletosum je také velmi dobře charakterisováno zastoupením ekologických diferenciálních skupin. Druhy, které v dolním Posázaví odlišují bukové pásmo od nižších pásem jsou mnohem výrazněji zastoupeny v mařinkové variantě; velmi hojné jsou v obou variantách druhy přechodného dubobukového pásma, zatímco druhy dubového pásma se účastní jen nepatrně. Proto je oprávněné zařazení našeho společenstva do lipových bučin, jak ukazuje i floristické složení. Obě varianty charakterisují teplomilná diferenciální skupina *Chrysanthemum corymbosum*, všeobecně rozšířené megatrofy (skupina *Mycelis muralis*) a méně zastoupené oligotrofy skupiny *Veronica officinalis*. V mařinkové variantě je zastoupena větším počtem druhů skupina *Asperula odorata* a v kručinkové variantě skupina *Genista tinctoria*. Mařinková varianta patří do přechodné kategorie $IIIa_{1-2}$, kručinkova ještě blíže $IIIa_2$ v teplejším klimatu bukového pásma.

Obě varianty kyselých lipových bučin jsou zcela jednotné v zastoupení typů opylování (co do počtu druhů); absolutně převládají autogamní + + entomofilní a entomofilní druhy. Silně jsou zastoupeny anemofilní, které podle průměrné účasti převládají. Vedle převládajících druhů s dálkovým rozšiřováním několika způsoby (vítr + voda + živočichové) jsou v mařinkové variantě nejsilněji zastoupeny druhy zoochorní, dále anemochorní (dálkově); v kručinkové variantě je pořadí opačné. Podle počtu druhů jsou v obou anemochorní druhy hojnější. (Bližší viz tab. 3 a graf 13.)

Dynamika

Kyselé lipové bučiny jsou poměrně velmi dobře zachovalé společenstvo a mají velmi přirozený ráz. Degradační stadia chybějí, jen u kručinkové varianty nacházíme místy porušenější poměry v borových porostních ty-

	var. *Asperula odorata*								
Zápis číslo	182	97	98	117a	117b	124	125	96	137
Nadmořská výška v m	340	450	470	430	430	440	430	470	490
Expozice	SW	S	SSE	SSW	SW	SW	SW	S	NE
Sklon a konfigurace	5⁰–	30⁰Ø	30⁰–	25⁰(–)	10⁰–	25⁰(+)	25⁰±	25⁰+	5⁰(–)
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	3	3	–3	–3
E_1 %	80	80	40	85	75	60	60	75	50
Fagus silvatica	1.2	2.2	2.2	5.5	5.5	3.3	4.4	2.2	1.2
Tilia cordata	3.3	2.2	+.1	1.2	1.2	+.1	.	.	.
Betula verrucosa	+.1	+.1	+.1	.	.	1.1	.	1.2	+.1
Carpinus betulus	.	+.1	+.1	+.1	+.1	.	.	.	+.1
Pinus silvestris	2.2	+.1	.	.	.	1.1	.	3.3	.
Quercus petraea	.	4.4	1.1	.	.	.	.	2.2	3.3
Picea excelsa	.	.	2.2	.	.	1.1	1.1	.	.
Acer pseudoplatanus	.	.	.	+.1	+.1	.	.	.	.
Larix decidua (kult.)	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2
E_4 %	—	5	—	5	5	5	5	—	—
Fagus silvatica	—	.	.	1.2	1.2	1.2	1.2	.	.
Tilia cordata	.	1.2	.	1.2	1.2	.	.	.	.
E_2 %	10	—	—	5	5	—	—	—	1
Tilia cordata	2.2	—	—	1.2	1.2	—	—	—	—
Fagus silvatica	.	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.
Betula verrucosa	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1
Acer pseudoplatanus	.	.	.	+.1	+.1	.	.	.	.
E_3 %	30	80	40	25	60	30	85	75	90
Fagus silvatica	1.2	1.1	2.2	2.2	1.2	2.2	1.1	+.1	1.1
Tilia cardata	1.2	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	1.1	1.1	+.1
Quercus petraea	1.2	1.1	.	+.1	.	+.1	+.1	1.1	1.1
Carpinus betulus	1.2	+.1	+.1	.	.	.	+.1	+.1	1.1
Sorbus aucuparia	+.1	.	+.1	+.1	.	.	+.1	+.1	1.1
Acer pseudoplatanus	.	.	+.1	1.1	1.1	.	.	.	.
Picea excelsa	.	.	.	+.1	.	1.1	.	.	1.1
Acer platanoides	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.
Pinus silvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1
Poa nemoralis	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	2.2	2.2
Mycelis muralis	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
Asperula odorata	2.3	+.2	1.2	.	2.3	+.1	3.3	1.1	2.3
Luzula nemorosa	1.2	3.3	1.2	2.2	.	1.2	1.2	3.3	1.2
Scrophularia nodosa	1.1	.	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	+.1	1.1
Viola riviniana (+ *silv.*)	1.2	.	1.1	1.1	1.2	.	1.2	+.1	1.2
Calamagrostis arundinacea	.	1.5	+.2	1.2	.	.	1.2	3.3	2.2

		var. *Genista tinctoria*										
180 370 WSW 15⁰(–) gr +5	stálost	183 400 S 0-10⁰+ gr +3	134 420 SE 35⁰+ gr 3	139 420 SE 20⁰+ gr 3	174 450 SW 0-10⁰± gr –3	138 480 S 15⁰(+) gr 3	170 430 S 20⁰± gr –3	119 320 SW 10⁰+ gr +5	175 410 ENE 5⁰(–) gr +5	178 410 SW 15⁰(+) gr +5	179 400 W 15⁰(–) gr +5	stálost
70		80	70	70	80	65	80	80	60	60	90	
1.1	X	2.2	3.3	3.3	4.4	1.2	2.2	2.2	+.1	+.1	1.2	X
1.2	VII	1.2	2.2	+.1	+.2	+.1	.	+.1	.	1.1	1.2	VIII
2.2	VII	+.1	+.1	+.1	+.2	+.1	.	+.1	1.2	+.1	.	VIII
+.1	VI	1.2	+.1	+.1	1.2	.	.	+.1	+.1	.	.	VI
3.3	V	3.3	1.1	3.3	2.2	+.1	3.3	4.4	4.4	4.4	3.3	X
.	IV	2.2	2.2	+.1	1.2	4.4	1.2	.	.	.	.	VI
1.2	IV	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	I
.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
+.1	II	.	1.1	+.1	.	.	.	.	.	1.2	1.2	IV
—		—	5	—	—	—	—	—	—	—	5	
.	IV	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	II
.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	I
5		10	—	—	1	—	—	—	5	2	5	
1.2	IV	2.2	.	.	.	.	.	.	.	+.1	1.2	IV
.	II	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	.	I
.	I	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	I
.	II	.	.	.	+.1	.	.	.	.	.	.	—
70		40	30	60	50	40	40	40	70	60	60	
1.1	X	1.2	1.2	2.2	2.2	.	1.1	1.1	1.2	+.1	1.2	IX
1.1	X	+.1	.	.	+.1	.	.	.	+.1	+.1	1.1	V
1.1	VIII	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	+.1	X
1.1	VII	1.2	.	1.1	+.1	.	.	+.1	+.1	.	.	V
1.1	VII	+.1	+.1	+.1	+.1	.	.	+.1	1.1	.	.	VI
1.1	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
.	III	.	.	.	.	.	.	+.1	.	.	+.1	II
.	II	.	+.1	.	.	.	.	.	.	.	.	I
.	I	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	.	.	III
1.2	X	2.3	2.2	1.2	+.2	2.2	2.2	1.2	2.2	1.2	.	X
1.1	X	+.1	.	+.1	.	1.1	1.1	.	1.1	.	1.1	VI
2.2	IX	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	I
2.2	IX	2.3	2.2	3.3	3.3	1.2	2.2	2.3	1.2	+.2	2.3	X
1.1	IX	.	.	1.2	.	1.1	.	.	+.1	.	+.1	IV
1.2	VIII	1.1	.	1.1	+.2	+.1	.	+.1	1.2	1.2	1.2	VIII
+.2	VII	2.2	2.2	1.2	2.2	1.2	1.2	2.2	2.2	3.3	2.2	X

	var. *Asperula odorata*								
Zápis číslo	182	97	98	117a	117b	124	125	96	137
Nadmořská výška v m	340	450	470	430	430	440	430	470	490
Expozice	SW	S	SSE	SSW	SW	SW	SW	S	NE
Sklon a konfigurace	5⁰–	30⁰Ø	30⁰–	25⁰(–)	10⁰–	25⁰(+)	25⁰±	25⁰+	5⁰(–)
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	3	3	–3	–3
Hieracium silvaticum	1.1	+.1	1.1	1.1	.	.	1.1	1.1	.
Veronica officinalis	.	+.2	1.1	.	.	1.2	2.2	1.1	1.1
Carex pairaei	.	+.1	1.2	+.1	1.2	1.1	1.2	.	1.1
Carex digitata	+.2	1.1	.	.	.	1.2	.	1.1	2.2
Sanicula europaea	2.2	+.1	.	1.1	1.2	.	1.1	.	.
Rubus idaeus	+.1	.	+.1	+.1	.	1.2	2.2	1.1	1.2
Senecio nemorensis	.	+.1	1.1	.	1.1	.	1.1	+.1	.
Moehringia trinervia	.	.	1.2	.	2.3	1.2	1.2	.	1.2
Fragaria vesca	.	.	1.1	.	.	1.1	1.1	1.1	1.1
Melica nutans	2.2	.	1.2	+.1	.	.	3.3	.	3.3
Hypericum perforatum	.	.	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	.	.
Epilobium montanum	.	.	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	.	.
Geranium robertianum	1.2	.	1.2	.	2.2	.	1.1	1.2	.
Myosotis arvensis	1.2	.	1.2	.	2.2	.	1.1	1.2	.
Hypericum montanum	.	.	+.1	+.1	.	1.1	1.1	.	+.1
Veronica chamaedrys	+.2	.	.	.	.	.	1.2	1.2	1.2
Convallaria majalis	+.2	+.2	.	.	.	.	.	2.3	1.2
Galium scabrum	.	.	+.2	.	.	.	+.2	.	1.2
Lathyrus vernus	1.1	+.1	.	.	.	.	.	.	1.1
Cardaminopsis arenosa	.	1.1	.	.	+.1	.	.	1.2	.
Vicia sepium	1.2	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2
Bromus benekenii	.	.	.	+.2	2.2	.	.	.	1.1
Astragalus glycyphyllus	.	.	.	+.1	.	.	.	.	1.1
Campanula rapunculoides	.	+.2	.	1.1	1.2	.	.	1.1	.
Galium silvaticum	.	.	.	1.1	.	.	.	1.2	+.1
Calamagrostis epigeios	.	.	1.2	.	.	1.2	1.2	.	1.2
Prenanthes purpurea	1.1	.	.	.	.	.	.	+.1	+.1
Hepatica nobilis	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2
Cephalanthera ensifolia	1.2	.	+.1	1.1	.	.	.	.	.
Digitalis grandiflora	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.2
Calamintha clinopodium	.	.	.	.	1.2	.	.	.	2.2
Chrysanthemum corymbosum	.	1.1	.	.		.	.	1.1	+.1
Campanula persicifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1
Vaccinium myrtillus	+.1	.	.	.	.	.	.	.	2.2
Festuca ovina	.	.	.	.	.	.	.	.	.

		var. *Genista tinctoria*										
180 370 WSW 15⁰(−) gr +5	stálost	183 400 S 0-10⁰+ gr +3	134 420 SE 35⁰+ gr 3	139 420 SE 20⁰+ gr 3	174 450 SW 0-10⁰± gr 3	138 480 S 15⁰(+) gr −3	170 430 S 20⁰± gr −3	119 320 SW 10⁰+ gr +5	175 410 ENE 5⁰(−) gr +5	178 410 SW 15⁰(+) gr +5	179 400 W 15⁰(−) gr +5	stálost
1.2	VII	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	X
1.1	VII	1.2	1.1	1.2	+.2	1.2	+.1	1.1	+.2	1.2	+.2	X
.	VII	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	I
1.2	VI	+.2	.	1.2	.	.	.	.	1.2	1.2	1.2	V
2.2	VI	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	II
.	VII	.	.	.	.	+.1	.	.	+.1	.	+.1	III
+.1	VI	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	.	I
+.2	VI	+.2	.	1.2	.	.	.	.	.	+.2	.	III
1.2	VI	.	1.1	1.1	.	.	.	1.1	1.1	1.2	.	V
2.2	VI	+.2	+.1	.	.	.	.	.	2.2	1.2	+.2	V
.	V	.	1.2	+.1	.	.	.	.	.	.	1.1	III
.	V	.	1.2	+.1	.	.	.	.	.	.	1.1	III
.	V	.	.	.	.	.	.	.	—	.	.	—
.	V	1.2	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.	.	III
.	V	.	1.1	+.1	.	+.1	.	.	.	+.1	.	IV
1.2	IV	+.2	.	+.2	+.2	.	+.2	.	2.2	1.2	+.2	VII
.	IV	2.2	1.1	2.2	1.2	1.2	.	2.2	.	2.2	1.2	VIII
1.2	IV	+.2	.	+.2	+.2	.	+.2	.	2.2	1.2	+.2	VII
1.2	IV	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	I
+.2	IV	.	2.2	1.1	.	1.1	1.2	.	.	+.2	.	V
1.2	IV	.	+.1	.	+.2	.	.	.	.	.	.	II
2.2	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
.	IV	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	I
.	IV	1.2	.	1.1	.	+.1	.	.	.	.	.	III
1.2	IV	.	.	1.2	+.2	.	.	.	.	1.1	.	III
.	IV	.	.	.	.	.	+.2	1.1	1.2	.	.	III
.	III	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	+.1	II
1.2	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	I
.	III	+.1	+.1	.	+.1	1.1	.	.	.	.	.	IV
1.1	III	.	1.2	.	.	1.2	1.2	1.1	.	.	.	IV
1.2	III	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	II
.	III	1.1	.	1.1	.	1.2	+.1	+.1	.	1.1	.	VI
1.1	II	.	+.1	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	.	1.1	+.1	VIII
.	II	.	.	1.2	2.2	.	.	2.2	+.2	2.3	1.2	VI
+.2	I	1.2	.	.	.	.	+.2	1.2	1.2	2.2	.	V

	var. *Asperula odorata*								
Zápis číslo	182	97	98	117a	117b	124	125	96	137
Nadmořská výška v m	340	450	470	430	430	440	420	470	490
Expozice	SW	S	SSE	SSW	SW	SW	SW	S	NE
Sklon a konfigurace	5°—	30°Ø	30°—	25°(—)	10°—	25°(+)	25°±	25°+	5°(—)
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	3	3	—3	—3
Hieracium sabaudum	.	1.1	.	.	.	.	.	1.1	.
Viscaria vulgaris	.	+.1	.	.	.	.	.	+.1	.
Genista tinctoria	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex montana	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.
Genista germanica	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium laevigatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthericum ramosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia cyparissias	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1
Lathyrus niger	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2
Polygonatum odoratum	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.
Cytisus nigricans	.	.	.	.	.	+.1	.	.	.
Sedum maximum	.	.	.	.	.	.	.	.	.
E_0 %	5	5	—	5	—	3	—	3	2
Hypnum cupressiforme	1.2	.	.	1.2	.	1.2	.	1.2	.
Polytrichum formosum	.	1.1	.	.	.	.	.	.	+.2
Polytrichum junipe-rum	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Entodon schreberi	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia sp. div.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Dodatek: druhy s malou stálostí se vyskytují v následujících zápisech:

Dentaria bulbifera (98 — 2.2; 180 — 1.1), *Brachypodium pinnatum* (137 — 2.3; 138 — 2.3; 170 — 1.2), *Deschampsia flexuosa* (97 — +.1; 96 — 1.1; 137 — 1.2; 134 — 1.2), *Hieracium pilosella* (134 — 1.1), *Rubus fruticosus* (117a — 1.1; 125 — 1.1; 138 — +.1; 170 — +.2), *Actaea spicata* (124 — +.1), *Athyrium filix femina* (98 — +.1; 125 — 1.2; 137 — +.1), *Galium aparine* (98 — +.2; 125 — +.1; 170 — +.1), *Impatiens parviflora* (98 — 1.2; 117b — 1.1), *Melittis melissophyllum* (137 — 1.2), *Stellaria holostea* (138 — 2.2), *Anemone nemorosa* (137 — 1.1; 174 — +.1; 119 — 1.1), *Oxalis acetosella* (125 — 2.2; 180 — 1.2; 119 — +.2; 175 — 2.2), *Ajuga genevensis* (98 — +.1; 137 — +.1; 138 — +.2), *Festuca heterophylla* (137 — 1.2; 139 — 1.2; 174 — +.2; 138 — 1.2), *Poa pratensis angustifolia* (183 — 1.1; 178 — 1.1), *Verbascum thapsiforme* (98 — +.1; 124 — +.1; 125 — +.1; 178 — +.1), *Solidago virgaurea* (134 — +.1; 175 — +.2), *Verbascum nigrum* (134 — 1-1; 170 — +.2), *Chamaenerion angustifolium* (97 — +.1; 98 — +.2; 124 — 1.1), *Epipactis latifolia* (180 — +.1; 178 — +.1; 179 — +.1), *Galeopsis pubescens* (97 — +.1; 117b — 1.1; 125 — 1.1; 134 — 1.1; 138 — +.1), *Agrostis tenuis* (137 — 1.1; 175 — 1.2), *Ulmus montana* (E_1 182 — +.1; E_1 117b — +.1), *Lamium galeobdolon* (182 — 1.2), *Vicia silvatica* (182 — 1.2), *V. pisiformis* + *V. dumetorum* (98 — +.1), *Dryopteris spinulosa* (182 — +.1; 175 — +.1), *Hypericum hirsutum* (182 — +.1; 175 — 1.2), *Polygonatum multiflorum* (182 — +.1), *Stachys silvatica* (182 — +.1; 125 — 2.3), *Euphorbia dulcis* (182 — +.1), *Milium*

		var. *Genista tinctoria*										
180 370 WSW 15⁰(—) gr +5	stálost	183 400 S 0-10⁰+ gr +3	134 420 SE 35⁰+ gr 3	139 420 SE 20⁰+ gr 3	174 450 SW 0-10⁰± gr 3	138 480 S 15⁰(+) gr 3	170 430 S 20⁰± gr —3	119 320 SW 10⁰+ gr +5	175 410 ENE 5⁰(—) gr +5	178 410 SW 15⁰(+) gr +5	179 400 W 15⁰(—) gr +5	stálost
.	II	.	.	1.1	+.1	+.1	+.1	.	.	.	.	IV
.	II	.	1.1	1.2	.	1.1	.	.	.	1.2	.	IV
1.1	I	.	+.1	1.2	1.1	.	+.2	1.2	.	1.2	.	VI
.	I	1.2	.	1.2	1.2	1.2	.	.	.	.	.	IV
1.1	I	.	.	1.2	+.1	.	.	1.2	.	1.2	.	IV
.	—	+.1	.	.	.	.	+.1	1.1	.	.	+.1	IV
.	—	.	.	1.1	.	+.2	+.1	+.1	.	.	.	IV
.	I	.	1.2	+.1	.	1.1	.	+.1	.	.	.	IV
.	I	.	.	.	+.1	1.1	.	+.1	.	.	.	III
.	I	1.2	.	1.1	.	+.1	.	.	.	.	.	III
.	I	.	+.1	.	+.1	.	.	1.2	.	+.2	.	IV
.	—	+.1	1.1	.	.	1.1	+.2	.	.	.	.	III
—		5	20	5	3	5	—	5	30	10	5	
.	IV	1.2	.	1.2	.	+.2	.	1.2	.	.	.	IV
.	II	.	.	.	+.2	.	.	.	+.2	+.2	1.2	IV
.	I	+.2	2.2	.	+.2	1.2	.	1.1	+.2	.	.	VI
.	—	1.2	.	+.2	.	.	.	.	2.2	2.2	.	IV
.	—	+.1	1.1	.	.	.	.	+.2	.	.	.	III

effusum (182 — 1.1), *Dryopteris filix mas* (98 — +.1), *Senecio silvaticus* (98 — +.1; 139 — +.1), *Cirsium palustre* (98 — +.1), *Carex pilulifera* (98 — 1.1; 137 — 1.2), *C. silvatica* (117b — 1.2), *Urtica dioica* (117b — 1.2), *Carex pallescens* (124 — 1.2; 137 — +.2; 119 — +.1; 175 — +.2; 179 — +.1), *Luzula pilosa* (124 — +.1; 137 — 1.2; 175 — +.2), *Campanula trachelium* (125 — +.1), *Sambucus racemosa* (E_2 125 — +.1), *Eupatorium cannabinum* (125 — 1.1), *Abies alba* (E_4 137 — +.1; 170 — 1.2), *Crataegus sp.* (E_2 137 — +.1), *Betula verrucosa* (E_1 137 — 1.1; 134 — +.1; 178 — +.1), *Rosa canina* (137 — 1.1; 119 — +.1), *Melampyrum vulgatum* (137 — 1.1; 138 — +.1; 174 — 1.1), *Holcus mollis* (137 — 2.3), *Majanthemum* (137 — +.2; 179 — 1.2), *Linaria vulgaris* (137 — 1.2; 175 — +.1), *Coronilla varia* (180 — 1.1), *Plantanthera bifolia* (180 — +.1; 175 — +.1), *Carpinus betulus* (E_2 183 — +.1), *Galium mollugo* (183 — +.1; 139 — +.1; 138 — +.1), *Fagopyrum convolvulus* (183 — +.1; 170 — +.1), *Lapsana communis* (183 — +.1), *Asplenium septentrionale* (134 — 1.1), *A. trichomanes* (134 — 1.1), *Polypodium vulgare* (134 — 1.1; 139 — 1.2), *Cynanchum* (134 — 1.2), *Achilea millefolium* (139 — 1.1), *Pteridium aquilinum* (174 — +.2), *Monotropa hipopitys* (170 — +.1), *Quercus petraea* (E_3 175 — 1.1), *Ajuga reptans* (175 — 1.1), *Brachypodium silvaticum* (175 — 1.2), *Picea excelsa* (E_2 178 — 1.2⁰), *Lupinus* (178 — 1.2), *Sarothamnus scoparius* (178 — +.2), *Campanula rotundifolia* (178 — +.2), *Larix europaea kult.* (E_1 178 — 1.1); E_0: *Dicranum scoparium* + *D. spurium* (182 — 1.2); 117a — 1.2; 139 — 1.2; 178 — 1.2), *D. undulatum* (175 — 1.2), *Mnium affine* (137 — +.2), *Hylocomium splendens* (175 — 1.2), *Catharinaea undulata* (179 — 1.2).

pech. Smrkové porostní typy se neobjevují jednak proto, že příkré svahy vzdorovaly kultuře, jednak proto, že i mírnější svahy kručinkové varianty byly pro smrk příliš suché; buď to naši předchůdci dobře odhadovali, nebo se o nevhodnosti smrku pro tato stanoviště přesvědčili z nezdaru kultur. Z tabulky 3 je vidět, že vývojová stadia (+3 až +5, příp. −6) jsou velmi vyrovnaná; jen v kručinkové variantě roste s pokračující porušeností účast borůvky a pokryvnost mechového patra, zejména druhu *Entodon schreberi*.

Paseková stadia charakterisuje v kručinkové variantě výrazné vysýchání, v mařinkové hrozí obvykle nebezpečí erose půdy. Rozvoj půdní vegetace však není podstatnou překážkou obnovy dřevin. Porosty jsou velmi stabilní jak zásluhou stanovištních poměrů, tak i způsobem zakořenění dřevin tohoto společenstva. Není zde proto nebezpečí vzniku kalamitních holin po živelních pohromách.

Jak ukazuje floristické složení i zastoupení jednotlivých vegetačních pásů jsou kyselé lipové bučiny v našem území poměrně velmi pestrým společenstvem. Teplomilné druhy pásu dubu šípáku (Qp) a kontinentálního lesostepního pásu (PLst) jsou zřejmě relikty z dřívějších etap vývoje vegetace. Smíšený dubolipový les po nastěhování vegetace pásu QTA ještě zcela nevytlačil starší rostlinstvo pásu PLst; pozdější nápor pásu FA asi znamenal téměř absolutní zaujetí plochy bučinami, ale reliktní druhy se mohly stále uchovat alespoň na extrémních lokalitách, které nedovolovaly zapojení do bučin. Odtud se v novější době asi opět více rozšířily do bukových porostů. Tento částečný opětovný rozmach starší teplomilnější vegetace v důsledku přímého i nepřímého ovlivnění lesa člověkem dokážeme též pylovými analysami. Podle zkušeností z jiných oblastí to neznamená, že by bylo nutno omezovat zastoupení buku. Je to, jak zdůrazňuje též H. Passarge (1939) čistě přechodný, nikoliv irreversibilní zjev. Vitalita a dobré zmlazování buku ukazují na stabilitu těchto teplomilných bučin a není možno počítat s nějakou přirozenou vývojovou tendencí k doubravám nebo podobně. Odstraňování stinných a melioračních dřevin (lípy, habru, buku) nebo jejich zanedbávání při obnově porostů by ovšem vedlo k převládnutí dubu a borovice.

Systematika a synchorologie

V lipových kyselých bučinách jsou nejvýrazněji zastoupeny význačné druhy třídy *Querceto-Fageta* (podstatně hojnější v mařinkové variantě), dále druhy řádu *Fagetalia*, svazu *Fagion* a svazové a řádové druhy řádu *Quercetalia pubescentis*. Větší účast mají ještě druhy svazu *Carpinion* a třídy *Festuco-Brometea*, které zdůrazňují (vedle posledně uvedených) teplomilnou povahu společenstva. Značná průměrná účast diferenciálních druhů svazu *Luzulo-Fagion* ukazuje na příbuznost k *Luzulo-Fagetum*, ačkoliv má velmi blízko k Tüxenem (1955) uváděnému svazu *Cephalanthero-Fagion*.

Po chorologické stránce je třeba *Tilio-Fagetum luzuletosum* řadit do pásu *Fagus-Abies*, je však zřejmé jeho postavení na přechodu tohoto pásu k pásu QTA.

Kyselé lipové bučiny jsou zřetelnou acidifilní obdobou bohatých teplomilných bučin, často s lípou, popsaných celou řadou autorů většinou na vápencích, jako např.

Fagetum herbosum soc. Asperula odorata var. *Cephalanthera rubra — Epipactis microphylla* (Domin 1931) v Karpatech i v hercynské oblasti, různé ostřicové bučiny, popsané z karpat P. Sillingerem (1929, 1933) a Dominem (1931), asoc. *Fagus silvatica — Tilia platyphyllos* (Klika 1939, 1947), *Tilieto-Fagetum, Cariceto-Fagetum* a *Seslerieto-Fagetum* (M. Moor 1952) z Jury, *Fagetum convallarietosum* (S. Jahn 1951) z pohoří Hils, *Fagetum finicola* (Etter 1947) ze Švýcarska, Vierhapperova (1932) suchá basifilní facie *Fageta, Querceto-Carpinetum calcareum* (Etter 1947). *Cariceto-Fagetum* (Lohmeyer 1953), „vápencové" a „krasové" bučiny (Rühl 1954). Našemu společenstvu se velmi blíží Lohmeyerovo (1955) *Cariceto-Fagetum luzuletosum.*

Některé společné rysy mají kyselé lipové bučiny s teplomilnými smíšenými lesy s lípou, které patří k pásu QTA; např. *Tilieto-Quercetum* (E. Schmid 1923), *Acereto-Tilietum* (Faber 1936, Oberdorfer 1949, Zeidler 1952 aj.), a zejména s poněkud kyselejšími společenstvy, jako je as. *Tilia cordata — Poa nemoralis — Calamagrostis arundinacea* (Firbas-Sigmond 1928) a *Calamagrostis arundinacea — Querceto-Tilietum* (Meusel 1955) z okolí Harzu. A. U. Däniker (1939) uvádí podobné, ale bohatší teplomilné společenstvo s lípou jako „zbytky z doby smíšených listnatých lesů".

Výskyt kyselých teplomilných bučin u nás a Lohmeyerem uváděné *Cariceto-Fagetum boreoatlanticum* s kyselou subasociací ukazují na značné rozšíření tohoto společenstva, které se jistě bude shodovat s rozšířením basifilních teplomilných bučin, které je zřejmé z uvedených příkladů. Ukazuje, že teplomilné bučiny — ať již basifilní nebo kyselé — jsou rozšířeny prakticky v celém areálu bučin od Karpat do severozápadního Německa a na jihozápad do Švýcarska.

MAŘINKOVÉ JEDLOBUČINY, KYSELÁ VARIANTA (DENTARIO-FAGETUM ASPERULETOSUM, VAR. LUZULA NEMOROSA)

Kyselá varianta mařinkových bučin je chudší než typické bohaté bylinné bučiny; chudší půdu a kyselejší formu humusu ukazuje zejména bika hajní, která zde vystupuje s vysokou stálostí. Ukazuje to na jejich přechodné postavení mezi bohatými a kyselými bučinami.

Morfologické znaky

Přirozené porosty upomínají fysiognomií svrchních pater na typické kyselé bučiny — jde o zapojené, téměř nesmíšené porosty buku (s příměsí habru aj.). Keřové patro prakticky chybí, jen na světlinách se uplatňuje několik málo druhů, zejména jeřáb, bez hroznatý a buk. Jelikož v bylinném patru velké pokryvnosti převládají nízké rostliny (nejvíce 0,2—0,5 m, dále 0,5—1 m a jen málo zcela nízkých, tj. pod 0,2 m a vysokých, tj. nad 1 m), je prostor velmi nedokonale vyplněn. Jiná situace je ovšem na světlinách, kde se rozrůstají vysoké druhy, zejména starček hajní a kapradiny. To určuje fysiognomii porostů; stále přítomná bika však není tak nápadná jako porosty bylin, hlavně mařinky vonné. Po stránce zastoupení životních forem jde o společenstvo megafanerofytů (stromů) a hemikryptofytů. Málo jsou zastoupeny geofyty a therofyty (po 6 druzích). Druhy se středně velkými listy převládají desateronásobně nad malolistými.

Ojedinělé výskyty porostů tohoto typu jsou sice obvykle maloplošné, ale bývají dobře zachovány, takže poskytují dobrý obraz přirozené skladby porostů. Absolutně převládá buk, dále bývá silně zastoupen dub (převážně zimní) a jen málo jedle a habr. Místy se vyskytují jako příměs uměle za-

vedené dřeviny (borovice, modřín, smrk). Význačnou druhovou kombinaci podrostu tvoří z význačných druhů bučin *Asperula odorata, Dentaria bulbifera, Senecio fuchsii, Actaea spicata, Prenanthes purpurea* a ze stálých druhů *Luzula nemorosa, Mycelis muralis, Hieracium silvaticum, Poa nemoralis, Scrophularia nodosa, Veronica chamaedrys.* Význačné bučinné druhy však mají — s výjimkou mařinky — malou stálost, takže kombinace je v jednotlivých porostech jen neúplná. V tom tkví jejich podstatný rozdíl od typických bohatých bučin, které mají bohatý a téměř úplný soubor bučinných druhů ve všech porostech.

Většina druhů kvete ve 2. čtvrtletí a na přechodu ke 3. čtvrtletí. Jarní aspekt, známý z bohatých bučin, je zde jen slabě vyvinut.

Ekologie

Mařinkové bučiny jsou pomístně v polesí Těptín na podobných stanovištích jako typické bučiny, s nimiž obvykle sousedí; někdy se vyskytují i na styku s vysokobylinnými bučinami a lípovými bučinami, k jejichž bohaté variantě mají velmi blízko. Zaujímají stinné výraznější balvanité sklony na žule, někdy balvanité vyvýšeniny (uprostřed třtinových bučin, k nimž tak tvoří přechody) nebo mírné svahy při okrajích úžlabin. Půdy bývají rázu mesotrofních hnědozemí s poněkud silnější vrstvou humusu rázu mullu až moderu, minerální půda — horizont (B) bývá hnědé až žlutohnědé barvy, tmavší než půdy kyselých bučin; jde obvykle o hlinitý dobře propustný a provzdušený písek, dosti hluboko rovnoměrně prokořenělý. Horizont Cd bývá zpravidla zvětralina balvanitého rozpadu hrubozrnné žuly (granodioritu).

Mesoklimatické poměry souvisí s polohou porostů tohoto typu; na stinných sklonech je jejich klima vlhčí a chladnější než makroklima, a proto je společenstvo bližší horským bučinám, kdežto na vyvýšeninách uvnitř třtinových bučin se účastní některé teplomilné druhy. Na prvních z obou stanovišť je buk téměř bez konkurence, na druhých je významnějším konkurentem dub. Zmlazování dřevin je dobré; buk se zmlazuje lépe než dub a habr. Bylinné patro neomezuje vývoj náletu v zástinu porostů, avšak na světlinách se stává jeho silným soupeřem. Stejně jako v ostatních (kyselých) bučinách je v zástinu porostů největší zábranou pro vývoj přirozeného zmlazení kořenová konkurence starého porostu buku; tu je záhodno omezovat isolačními příkůpky okolo zmlazených míst.

Stupeň úrodnosti půdy nám dobře ukazuje absolutní převaha náročných eutrofních a mesotrofních acidifilních druhů. Silně jsou zastoupeny nitrofilní druhy, zatímco oligotrofy prakticky chybějí. Příznivé vlhkostní poměry ukazuje kromě indikátorů čerstvých až vlhkých stanovišť spektrum zastoupení hydrotypů v pojetí Iversena. Absolutně převládají mesofyta (45 druhů), následují hygrofyta (19 druhů) a hemixerofyta (13 druhů). Xerofyta prakticky chybějí. Příznivé humusové poměry ukazuje absolutní převahu druhů „mírného“ humusu, druhy mullového humusu a mullového moderu převládají nad druhy moderu a surového humusu. Mařinkové bučiny můžeme tedy zařadit k edatopu CD—D 2 (—3).

Světelné poměry v porostech mařinkových bučin ukazují převládající mesofotní druhy, následují polyfotní (méně než polovina předešlých) a pak oligofotní.

Zastoupení druhů jednotlivých vegetačních pásů v pojetí E. Schmida ukazuje na polohu na styku pásu listnatého lesa *(Quercus-Tilia-Acer)* a bukojedlového pásu, jejichž druhy převládají vedle plurizonálních. Spektrum areálových typů ukazuje převahu druhů boreomeridionálně oceánických.

Lokální diferenciální kombinace vegetačních pásem (stupňů) ukazuje zřetelně na příslušnost k bukovému stupni, čímž je společenstvo charakterisováno jako zonální. Z ekologických diferenciálních skupin charakterisují mařinkové bučiny skupiny náročných druhů, jako skupina *Asperula odorata, Dentaria bulbifera, Moehringia trinervia* a všeobecně rozšířené megatrofy. Mařinkové bučiny patří tedy do stanovištní kategorie $IIIa_1$ (propustné bohaté půdy), ale jsou už blízko přechodu k acidifilní variantě středně bohatých ($IIIa_2$).

V porostech mařinkových bučin převládají hmyzosnubné (entomofilní), případě entomofilní a autogamní rostliny. Větrosnubných (anemofilních) je jen asi třetina celkového počtu druhů. Pokud jde o šíření semene, jsou nejhojnější druhy s více způsoby dálkového šíření, následují rostliny, rozšiřované na dálku větrem, pak zoochorní a myrmekochorní (8 druhů).

Dynamika

Jelikož porosty mařinkových bučin jsou v dolním Posázaví poměrně vzácné, a to v dobře zachovaném stavu, chybí materiál pro popis vývojových stadií. Změny v tendenci vývoje společenstva nelze pozorovat. Dubový nálet během vývoje porostů zpravidla zcela ustupuje buku.

Systematika

V mařinkových bučinách absolutně převládají druhy třídy listnatých i smíšených lesů *(Querco-Fagetea)*, následují druhy řádu *Fagetalia* a svazu *Fagion*, čímž je jednoznačně určena příslušnost společenstva k tomuto svazu. Druhy ostatních systematických jednotek jsou zastoupeny jen mizivě, vyjma druhů pasekových *(Epilobietea)*.

Mařinkové bučiny patří k nejlépe a nejdříve popsaným společenstvům v celé střední Evropě. Výčet blízkých společenstev najdeme v učebnici J. Kliky (1948, 1955). Jde však zpravidla o typické bohaté bučiny, proti nimž je naše společenstvo zřetelně chudší a je třeba ho od nich odlišit jako kyselou variantu s *Luzula nemorosa*. V původním zpracování (Mráz 1956) bylo předběžně spojováno s kyselými bučinami, a teprve další studium a fytocenologické snímky z nově zjištěných porostů ukázaly na vhodnost řazení k mařinkovým bučinám.

VYSOKOBYLINNÉ KYSELÉ JEDLOBUČINY (IMPATIENTO-FAGETUM ALTHERBOSUM, VAR. LUZULA)

Morfologie

Přirozené porosty vysokobylinných kyselých jedlobučin jsou tvořeny převážně vyrovnaným stromovým patrem, v němž se vedle buku uplatňuje též příměs jiných dřevin s vysokými, mohutnými kmeny a bez sklonu k vytváření podúrovně. V zapojených porostech keřové patro chybí; na prosvětlených místech se sice bohatě vyvíjí, ale všeobecně nedosahuje velké pokryvnosti. Nejvýznamnějším a fysiognomicky nejnápadnějším znakem

je vysoké bylinné patro obvykle s velkou pokryvností. Mechové patro se prakticky neuplatňuje.

Ve spektru životních forem se vedle hemikryptofytů a megafanerofytů silně uplatňují chamefyta, geofyta a therofyta. Převládají středně vysoké a vysoké druhy (0,5—1 m za značné účasti i druhů 1—1,5 m vysokých). Rostliny se středně velkými listy silně převládají nad malolistými.

Přirozená druhová skladba stromového patra, zřejmá ze zbytků porostů (vzhledem k poměrně maloplošnému vývoji tohoto typu je důkaz pomocí historických dokladů téměř nemožný) ukazuje, že vedle převládajícího buku se uplatňovala příměs jedle, na světlejších místech dočasně i dubu. Ojediněle v porostech tohoto typu nacházíme i smrk velmi pěkného vzrůstu, s typickou korunou chlumního smrku. Vzácnější byl v porostech klen, habr a jilm horský, který je častěji v přechodních typech v blízkosti potůčků. Přirozená skladba je tedy velmi pestrá, i když v ní převládá buk a ostatní dřeviny se zde obvykle nápadně fysiognomicky neuplatňují.

K význačné druhové kombinaci patří především diferenciální druhy subasociace, které jsou zde lokálními význačnými druhy tohoto společenstva: *Senecio nemorensis* ssp. *fuchsii, Vicia silvatica* a vzácně *Poa chaixii.* K nim přistupují *Asperula odorata, Dryopteris filix mas, Epilobium montanum, Athyrium filix femina, Actaea spicata, Dactylis glomerata* ssp. *polygama, Geranium robertianum, Festuca gigantea, Impatiens noli tangere, Lamium galeobdolon, Milium effusum, Moehringia trinervia, Majanthemum bifolium, Oxalis acetosella, Hieracium silvaticum, Mycelis muralis, Poa nemoralis, Viola riviniana* + *silvatica* a diferenciální druhy svazu *Luzulo-Fagion, Galium scabrum* a *Luzula nemorosa.*

Většina druhů kvete ve 2. čtvrtletí a na přechodu ke 3. čtvrtletí. Fysiognomicky nápadné aspekty vznikají v porostech, kde převládá *Senecio fuchsii;* v době květu udává ráz zlatožlutá barva jeho květů, po odkvětu jsou zde celé plochy bílé, jako zasněžené.

Ekologie

Impatiento-Fagetum luzuletosum je společenstvo bukového pásma, nejčastější ve vyšších polohách dolního Posázaví, asi mezi 400—500 m n. m., ale někdy na deluviích sestupuje často jen v úzkých pruzích v stinných údolích potoků do nižších poloh do oblasti *Luzulo-Quercetum.* I v bukové oblasti je však nejčastější na stinných exposicích. Nacházíme ho téměř vždy na svazích v úžlabinách, kde se výrazně projevuje obohacování půdy svahovou vodou, na podsvahových deluviích i v plochých sběrných pánvičkách potůčků na zvlněných náhorních plošinách.

Půda vysokobylinných bučin bývá hluboká s větším podílem jemnozemě, s příznivým humusem, téměř stále čerstvá až vlhká, ukazující jen znaky slabého oglejení, většinou jen ve spodině. Celkově je možno půdy tohoto lesního společenstva označit za oglejené hnědozemě.

Jako příklad lze uvést mesotrofní slabě oglejenou hnědozem v polesí Těptín (odd. 3) na mírném severozápadním sklonu v mělké široké úžlabině, v prolámaném porostu modřínu s dubem a jinými listnáči:

$A_F + A_H$ 0—2 cm mullový moder
A_H/(B) 2—15 hnědošedá ± drobtovitá humosní písčitá hlína
(B) 15—30 narezle žlutohnědá písčitá hlína
(B)g > 30 rezivě žlutohnědá písčitá hlína s rezivými skvrnami (sonda do 50 cm)

Vlhkostní poměry tohoto typu jsou velmi příznivé. Půda ani v létě nevysýchá, ale ve vlhkém období nezamokřuje, voda i v plochých sběrných pánvičkách potůčků brzo odtéká.

Vysokobylinné kyselé bučiny jsou společenstvo klimatu bukového pásma a jejich poměrně typický vývoj i v těchto nižších částech pásma umožňuje jak vlhčí a chladnější mesoklima, v kterém ho obvykle nacházíme, tak i chladnější půdní klima trvale čerstvých až vlhkých půd. Třebaže jeho stanovištěm jsou úžlabiny, nevytvářejí se mrazová jezera, vzduch má všude možnost odtoku, takže nárost buku a jedle není ohrožen.

Mezi sousedními společenstvy nacházíme na obvodu úžlabin celou řadu společenstev suchých až čerstvých půd, hlavně *Luzulo-Fagetum typicum, calamagrostidetosum, Tilio-Fagetum,* ale i bukové doubravy v nižších polohách, kam někdy vysokobylinné bučiny jazykovitě zabíhají v údolích. Na dolních okrajích svahů a u dna úžlabin navazují buď bezprostředně na luhové porosty nebo na kapradinové bučiny, které je vroubí. Méně často hraničí s fragmenty *Arunco-Acereta,* které se vyvíjejí na erosí uříznutých dolních okrajích deluvií nad potoky.

Příznivé vlhkostní poměry, úrodnost půdy, daná stálým přívodem živin svahovou vodou a vyrovnané mesoklima dovolují plný rozvoj celé řadě rostlin stromového i bylinného patra. Slunné dřeviny (dub, bříza) se mohou proti buku prosadit jen dočasně na světlinách. Zdá se však, že ani stinná jedle a stín snášející smrk a klen se nedokázaly ve větší míře proti buku prosadit. Buk má v tomto společenstvu v oblasti dolního Posázaví největší vitalitu. Dobře se zmlazuje buk, smrk, habr, jeřáb i dub, který se však v konkurenci neprosadí. Vysoké bylinné patro ani keře na prosvětlených místech neomezují zmlazení dřevin; naopak vytvářejí příznivé vzrůstové prostředí pro nárost dřevin.

Velkou úrodnost půdy ukazují absolutně převládající megatrofy, za nimi zůstávají silně zastoupené acidifilní mesotrofy, a velký podíl mají i nitrofilní megatrofy. Oligotrofy téměř úplně chybí. Převládají stejně zastoupené skupiny druhů se širší amplitudou nároků na vlhkost (hygrotopu 1—3 a 2—4), dosti silně jsou zastoupeny druhy čerstvých půd a počínají se slabě uplatňovat druhy vlhkých stanovišť. Ve spektru hydrotypů v Iversenově pojetí absolutně převládají mesofyty a hygrofyty, hemixerofyty zůstávají daleko za nimi. Jsou tedy půdy vysokobylinných kyselých bučin velmi úrodné, čerstvé až vlhké; odpovídá jim edatop D 2—3.

Příznivé humusové poměry potvrzuje absolutní převaha druhů „mírného“ humusu (mull až moder) s velkou účastí druhů mullu, mullového moderu a moderu.

Vedle převládajících mesofotních druhů se uplatňují přibližně stejně druhy oligofotní a polyfotní. Kromě plurizonálních druhů převládají výrazně druhy pásů QTA+FA, následují druhy pásu QTA a pásu FA, ostatní se účastní mnohem méně. Podle počtu druhů výrazně převládá areálový typ jihoevropsko-montánně-středoevropský. Z toho je možno usuzovat, že i v tomto typu jsou mesoklimatické a fytoklimatické poměry dolního okraje bukového pásma na přechodu k pásu smíšených listnatých lesů.

Impatiento-Fagetum altherbosum var. Luzula charakterisují ekologické diferenciální skupiny stanovištní kategorie II a III a 1 (skupina *Asperula)* a vlhkomilnější skupina *Impatiens noli tangere,* skupina *Moehringia* a všeobecně zastoupené megatrofy (skupina *Mycelis muralis).* Lokální diferenciální skupiny bukového a dubobukového pásma jsou velmi silně zastoupeny, druhy dubového pásma prakticky chybějí.

Z uvedeného vyplývá, že kyselé vysokobylinné bučiny patří do kategorie stanovišť obohacovaných svahovou vodou (IIb) ve spodní části bukového pásma.

V porostech *Impatiento-Fagetum altherbosum var. Luzula* jsou stejně (podle průměrné účasti) zastoupeny druhy anemofilní a autogamní + entomofilní, poněkud méně entomofilní, které však převládají podle počtu druhů. Druhy s několika způsoby dálkového šíření (vitr + voda + živočichové) značně převládají, následují anemochorní a zoochorní. Značnější zastoupení mají myrmekochorní druhy.

Dynamika

Vývojová stadia vysokobylinných kyselých bučin se jako obvykle u typů II. stanovištní kategorie neprojevují nápadným zhoršením podmínek prostředí a výrazným ochuzením druhového složení a struktury společenstva. V porostních typech s převládajícím smrkem bez buku ustupují nejnáročnější druhy, zejména *Asperula odorata*. Je to znak dočasného zhoršení humusových poměrů, které však po změně porostní skladby opět mizí. Silně se uplatňuje obohacování přívodem živin svahovou vodou, které brzdí pronikavější zhoršení půdy.

Porosty přirozeného složení jsou velmi stabilní. Smrk zde sice vytváří hluboký kořenový systém, ale přesto v nesmíšených porostech a při větším provlhčení půdy trpí často vývraty.

V tendenci dlouhodobého vývoje tohoto společenstva nelze pozorovat žádné změny. Je to velmi stabilní typ lesa a i pozměněné porosty typy by se po čase jistě vyvinuly opět v typické vysokobylinné kyselé jedlobučiny.

Systematika a chorologie

Vysokobylinné kyselé jedlobučiny jsou fytocenologicky vyhraněné společenstvo třídy *Querceto-Fagetea* a řádu *Fagetalia*. Význačné druhy obou těchto jednotek daleko převládají. Silně jsou zastoupeny i druhy svazu *Fagion*, které i v průměrné účasti podstatně převyšují podíl diferenciálních druhů svazu *Luzulo-Fagion*. Je vidět, že vysokobylinné kyselé bučiny patří ke svazu *Fagion;* ostatně jsou i fysiognomicky bučinám tohoto typu nejbližší.

Vzdor tomu by však bylo možné je zařadit ke svazu *Luzulo-Fagion*, protože odpovídající vysokobylinná společenstva bučin svazu *Fagion*, jak je známe z našich i jiných středoevropských hor, jsou přece jen druhově ještě bohatší; stálý, třeba ne dominantní výskyt biky v našem společenstvu ukazuje na vztahy ke kyselým bučinám.

Příslušnost k vegetačnímu pásmu je zřejmá ze zastoupení druhů jednotlivých pásů (viz graf 11); naše společenstvo patří pásu *Fagus-Abies*, leží v jeho spodní okrajové části, kde se blízkost pásu QTA projevuje silnou účastí jeho druhů.

Vysokobylinné bučiny popsala řada autorů z celého areálu bučin. Jde o bohatší společenstva svazu *Fagion* — např. *Fagetum altherbosum* Domin 1931, podobně i Soó, Markgraf (1932), Rübel (1932) aj.; našemu společenstvu blízké subasociace kyselých bučin byly popsány jako kapradinové typy a bude o nich zmínka u následujícího společenstva, kapradinových kyselých bučin.

KAPRADINOVÉ KYSELÉ JEDLOBUČINY (IMPATIENTO-FAGETUM DRYOPTERIDETOSUM)

Morfologie

O struktuře přirozených porostů tohoto typu je možno říci jen málo, protože je nacházíme prakticky jen jako vývojová stadia převážně ve smrkových porostech, a protože se vyvíjela obvykle fragmentárně jako úzký pruh deluvia, provázejícího potoky. Jde o vysokokmenné smíšené bučiny, ve kterých nacházíme pravidelně keřové patro z buku, osiky, smrku a zejména bezu hroznatého. Fysiognomii určují v bylinném patře kapradiny, a to jak mohutné vějíře vysokých druhů, tak i nízké porosty *Phegopteris dryopteris,* kromě vysokých bylin. Bylinné i mechové patro dosahuje velké pokryvnosti.

Vedle převládajících megafanerofytů a hemikryptofytů jsou velmi silně zastoupeny chamefyty. Největší průměrnou účast mají druhy středně vysoké, následují vysoké (0,5—1 m) a nejméně je nízkých. Druhy se středně velkými listy převládají téměř šestinásobně nad malolistými.

Na přirozenou druhovou skladbu stromového patra lze soudit podle účasti dřevin v porostech a v omezené míře (vzhledem k maloplošnosti tohoto společenstva) podle archivního materiálu. Nejlépe se zde osvědčují hraniční popisy s přesně lokalisovatelnými hraničními stromy. Vedle buku, který zde již asi poněkud omezovala značná vlhkost, se účastnil smrk, jedle, klen a od potoků přecházela i olše, která se mohla udržet s břízou a osikou na světlejších místech. Převládání buku a jedle a účast smrku v tomto společenstvu se podařilo dokázat pylovou analyzou humusu a minerální půdy (K. Mráz-B. Pacltová 1956).

Floristické složení je zřejmé ze společné tabulky s vysokobylinnými bučinami, které jsou kapradinovým floristicky, ekologicky i prostorově blízké. K význačné druhové kombinaci je nutno počítat diferenciální (lokálně význačné) druhy subasociace, *Phegopteris dryopteris* (L.) Fée, dále *Dryopteris filix mas, Athyrium filix femina* a *Dryopteris spinulosa* (Muell) O. Ktze, *Epilobium montanum, Senecio nemorensis ssp. fuchsii, Prenanthes purpurea, Calamagrostis villosa, Deschampsia flexuosa, Rubus fruticosus sp. coll., Cirsium palustre, Majanthemum bifolium, Oxalis acetosella, Melica nutans, Mycelis muralis, Rubus idaeus, Viola riviniana + silvatica, Calamagrostis epigeios, Vaccinium myrtillus, Polytrichum formosum, Entodon schreberi* a diferenciální druhy svazu *Luzulo-Fagion, Luzula nemorosa* a *Galium scabrum.*

Roční periodicita je velmi výrazná; naprostá převaha druhů kvete ve 2. čtvrtletí, mnohem méně na přechodu 2. a 3. čtvrtletí a ve 3. čtvrtletí. Fysiognomicky nápadné střídání aspektů během vegetační doby se však neprojevuje.

Ekologie

Kapradinové jedlobučiny nacházíme v dolním Posázaví kromě vyšších poloh v bukovém pásmu i mnohem níže, okolo 300 m n. m. v pásmu bukových doubrav, kam vnikají jako úzké pruhy na deluviích, obvykle balvanitých, které vroubí potoky. Nejčastěji, v nižších polohách téměř pravidelně, jsou omezeny na příkřejší krátké svahy stinné exposice negativních tvarů, kde se třeba jen v úzkém pruhu hromadí svahové hlíny.

Půdy jsou mnohem vlhčí než ve vysokobylinných bučinách. Jsou to výrazně (obvykle ve spodině) oglejené hnědozemě s plynulými přechody do hnědých glejů, které jsou vyvinuty na náplavech potoků. Stanoviště je obohacováno přívodem živin svahovou vodou. Humusové poměry jsou příznivé; většinou nacházíme mullový moder. Ve vyšších polohách se vyskytují kapradinové jedlobučiny i na táhlých stinných balvanitých svazích, obohacených příměsí svahových hlín.

O plošně navazujících společenstvech platí zhruba totéž, co o vysokobylinných kyselých jedlobučinách. Pravidelně sousedí s luhovými porosty s *Carex remota.*

Okolnost, že podle výsledků historického bádání, pylové analyzy a podle dnešního stavu porostů se silně uplatňovaly vedle buku, jedle, smrku i jiné dřeviny, ukazuje, že buk byl asi již poněkud omezován podmínkami prostředí, zřejmě dočasně přílišnou půdní vlhkostí. Rostliny bylinného patra nejsou překažkou zmlazování dřevin, které je u smrku a klenu velmi dobré. Dub se sice v náletu vyskytuje stále, ale neprosazuje se v dospělých poporostech.

Úrodnost půd je poněkud nižší než ve vysokobylinném typu; acidifilní mesotrofy převládají nad megatrofy. Účast nitrofilních druhů je zde podstatně nižší. Převažují sice druhy širší amplitudy nároků na vlhkost, ale mezi nimi mají více než dvojnásobnou průměrnou účast druhy vlhčí skupiny (hygrotop 2—4) a na zvýšení půdní vlhkosti ukazují i objevující se druhy mokrých půd. Na zvýšenou vlhkost na úkor vzdušnosti půd ukazuje i vyšší podíl indikátorů střídavě vlhkých půd. Ve spektru hydrotypů převládají mesofyty a hygrofyty, podstatně menší je průměrná účast hemixerofytů. Z toho vyplývá, že kapradinové kyselé bučiny lze charakterisovat edatopem CD 3 (se širšími výkyvy půdní vlhkosti mezi stupněm 2—4; vlastní indikátory vlhkých stanovišť zde nejsou).

Podobně jako ve vysokobylinném typu převládají i zde druhy „mírného" humusu, ale průměrnou účastí se jim velmi blíží druhy moderu. Mullové druhy téměř chybí, vedle druhů mullového moderu jsou významněji zastoupeny i rostliny surového humusu a moderu. Humusové poměry jsou v kapradinových jedlobučinách zřetelně horší než ve vysokobylinných, což nelze přičíst na vrub jen zhoršenému vývojovému stavu porostů, ale jistě hlavně horším vlhkostním poměrům a horší aeraci půdy. Forma humusu je sice vcelku příznivá, ale rozklad je zpomalen a humus je kyselejší.

Světelné poměry ukazuje silná převaha mesofotních rostlin, za nimiž následují oligofotní a podstatně méně se uplatňují polyfotní druhy.

Nejpočetněji jsou zastoupeny druhy pásu QTA+FA, následují QTA, QTA+FA+QRC, FA, QRC, FA+P, P+LPC. Větší účast druhů pásů QRC, P a LPC je zřejmě důsledkem půdních poměrů, hlavně humusových. S určitými výhradami lze klimatické poměry společenstva, podobně jako u ostatních, považovat za přechodné na spodním okraji bukového pásu. Ve spektru areálových typů opět převládají boreo-meridionálně-oceánické typy zejména z okruhu jihoevropsko-montánně-středoevropských. Poměrně značné je i zastoupení druhů boreálně montánních.

Lokální diferenciální skupiny druhů bukového a dubobukového pásma daleko převládají nad skupinami dubového pásma. Z ekologické skupiny stanovištní kategorie II a $IIIa_1$ (skupina *Asperula odorata)* jsou zastoupeny jen méně náročné druhy. Výrazněji jsou zastoupeny skupiny *Moeh-*

ringia, Mycelis muralis a oligotrofní skupina *Veronica officinalis*. Na základě uvedených skutečností je nutno kapradinové kyselé bučiny zařadit do stanovištní kategorie II b.

V porostech kapradinových bučin jsou rovnoměrně zastoupeny anemofilní, entomofilní a autogamní+entomofilní rostliny. Velká je pochopitelně i účast kryptogamů (pteridofyt). Podle způsobu rozšiřování je nejhojnější skupina rostlin s několika způsoby dálkového šíření a velmi se jí blíží druhy anemochorní. Značnější je i účast myrmekochorních a zoochorních druhů.

Dynamika

Pro posouzení proměn ve složení porostů jednotlivých vývojových stadií je materiál v tabulce snímků příliš malý a chybí možnost srovnání se stadiem přirozených porostů (stadium 3). Na základě ekologického rozboru i zkušeností získaných při mapování je však zřejmé, že se zhoršení v nevhodných porostních typech neprojevuje výrazně v půdních vlastnostech, protože je podobně jako v případě vysokobylinných bučin vyrovnáno obohacováním stanoviště svahovou vodou. Nejčastější jsou smrkové porostní typy. Smrk zde sice vytváří hlubší kořenovou soustavu než na pseudoglejích plošin, avšak přesto je ve vlhkých obdobích ohrožen vývraty. Pěstování smrkových porostů vyvolává, vzdor zmíněnému vyrovnávajícímu působení svahové vody, zhoršení humusových poměrů. Během delších období se to může projevit v určitém, asi hlavně kvantitativním ochuzení společenstva. Tak např. již zmíněnou pylovou analyzou bylo zjištěno, že v porostech přirozeného složení byla pokryvnost kapradin až několikanásobně větší než ve dnešních porostních typech. Nějakou podstatnou změnu vývojové tendence kapradinových kyselých bučin však nelze zjistit. Přes dnešní zhoršený stav porostů se v nich zachovala celá řada montánních druhů s normální vitalitou.

Systematika a chorologie

V porostech kapradinových kyselých bučin převládají druhy třídy *Querco-Fagetea*, následují druhy řádu *Fagetalia* a svazu *Fagion*. Významně jsou zastoupeny i druhy pasekové (třídy *Epilobietea)* a méně i druhy smrčin (řádu *Piceetalia*). Diferenciální druhy svazu *Luzulo-Fagion* mají jen malou průměrnou účast.

Zastoupení druhů jednotlivých vegetačních pásů, jak vyplývá z tabulky a jak již bylo výše uvedeno, ukazuje na příslušnost k pásu *Fagus-Abies*.

Z příbuzných a blízkých společenstev bylo popsáno nejvíce bohatých fytocenos svazu *Fagion*, jako např. *Fagetum filicinum, soc. Athyrium filix femina* (Domin 1931) z hercynské i karpatské oblasti, *Fagetum filicosum* (Rübel 1932), o kterém autor říká, že je snad jen součástí vysokobylinných bučin, dále i *Fagetum athyriosum filicis feminae* (Zlatník 1928) z Krkonoš a *Fagetum dryopteridetosum linnaeanae* (Tüxen 1937) ze severozápadního Německa; bližší jsou kyselá společenstva s kapradinami, popsaná jako *Abieto-Fagetum, Fagetum dryopteridetosum* ze skupiny *Fagetum luzuletosum* (S. Jahn 1952) z pohoří Hils; z nižších poloh *Querceto-Carpinetum* s *Athyrium-Luzula nemorosa* a *Querceto-Carpinetum* s *Dryopteris linnaeana (= Phegopteris dryopteris),* též s bikou bělavou (Seibert 1954) ze severozápadního Německa. Velmi blízká jsou společenstva popsaná v novější době už i pod shodným názvem asociace *Luzulo-Fagetum typicum*, kapradinová varianta (F. K. Hartmann 1953) z pohoří střední Evropy s těžištěm v subatlantické oblasti. *Luzulo-*

Fagetum, výrazně čerstvá varianta (R ü h l 1954) z chlumní oblasti při Leine, a *Luzulo-Fagetum dryopteridetosum* (S. M e i s e l - J a h n 1955) ze Siegerlandu v severozápadním Německu. Z uvedeného vyplývá všeobecné rozšíření kyselých kapradinových bučin, a to s těžištěm, jak se zdá, v subatlantické oblasti.

ROKLINOVÉ JAVOŘINY (ARUNCO-ACERETUM)

Morfologie

Roklinové javořiny se v dolním Posázaví vyvíjejí jen maloplošně v porostech často jen několik set čtverečních metrů velkých. Nejčastější výskyty jsou fragmenty nebo pronikání s luhovými útvary potoků, jako popsal už G r a d m a n n (1898). Méně časté jsou typicky vyvinuté porosty, ale i ty jsou jen na malých ploškách; bývají však velmi vyhraněné a nápadně se liší od okolních společenstev. Proto je možné i z materiálu čtyř snímků získat dosti dobrý obraz o tomto společenstvu.

O patrovitosti a vyplnění prostoru v přirozených porostech není možno si udělat úsudek. Skladba stromového patra je sice ekologicky odpovídající, nemá nepříznivý vliv na spodní patra, ale jelikož jde o porosty středního stáří na velmi malých ploškách, nelze posoudit přirozené rozčlenění stromové úrovně a keřového patra. Bylinné patro určuje fysiognomii vysokými porosty udatny. Téměř úplně pokrývá celou plochu několikavrstevným porostem bylin; mechové patro prakticky chybí.

Absolutně převládají hemikryptofyty, účast chamefytů je nepatrná, značněji se účastní therofyty. Vysoké rostliny (nad 0.5 m) a velmi vysoké (nad 1,5 m) převládají nad středními a nízkými. Malolisté druhy v roklinových javořinách úplně chybí. Tedy už v zastoupení strukturních typů vidíme zřetelné odchylky od společenstev bučin.

Přirozená kombinace stromového patra není historicky prokazatelná pro extrémně maloplošný charakter porostů. Ze zbytků přirozených porostů je však vidět, že se blíží skladbě, udávané pro *Arunco-Aceretum* z jiných oblastí. Patří k ní především klen, jilm horský a habr.

Floristické složení vyplývá ze čtyř přiložených snímků pěkně vyvinutých porostů. Význačnou druhovou kombinaci tvoří kromě význačného druhu asociace *Aruncus vulgaris* ještě řada náročných druhů, jako *Aegopodium podagraria, Actaea spicata, Asarum europaeum, Campanula trachelium, Cardamine impatiens, Geranium robertianum, Hepatica nobilis, Impatiens noli tangere, Impatiens parviflora, Myostis silvatica, Lamium galeobdolon, Oxalis acetosella, Melica nutans* a *Mycelis muralis.*

Většina druhů kvete v druhém čtvrtletí. Nápadně se odlišuje aspekt s kvetoucí udatnou, která udává ráz fysiognomii porostů po celý rok.

Ekologie

Porosty *Arunco-Acereta* nacházíme v dolním Posázaví v pásmu bučin, fragmenty však ojediněle pronikají velmi nízko až do dubového pásma (v polesí Dolní Břežany až do okolí Modřan), v dubobukovém pásmu při horním Botiči až ke Kocandě. Podmínkou jejich vzniku je stinná exposice na krátkých příkrých svazích obvykle negativního tvaru terénu nad potoky nebo ve stržích. Podklad tvoří hlinitá deluvia, na jejichž ostře erosí odříznuté dolní části stále dochází k ronu půdních částic. Velmi pěkně popsal tento znak stanoviště roklinových javořin ze Švýcarska M. M o o r (1952). Označuje pohyblivou svrchní vrstvu půdy jako vrstvu ronu půdních agregátů. Půda je hluboká hlinitá hnědozem se stále obnovovanou pohyb-

livou svrchní vrstvou. Nadložní humus prakticky chybí, opad se velmi rychle rozkládá a tvoří se tmavě hnědá drobtovitá mullová půda. Vodní poměry jsou díky pórovitosti půdy velmi příznivé.

Arunco-Aceretum se stýká na dolním okraji s luhovými útvary potoků, při čemž vznikají zmíněné přechody, a na horním okraji s vysokobylinnými jedlobučinami. V dubovém pásmu oblasti algonkických břidlic bývá v jejich sousedství ve vyšší části svahu položené *Acereto-Carpinetum* (např. v Břežanském dole).

Mesoklima roklinových javořin je s ohledem na jejich polohu stinné, chladnější a vlhčí než makroklima.

Převládnutí ušlechtilých listnáčů na těchto stanovištích umožňuje především velká úrodnost půdy, která vyhovuje jejich nárokům. Příkrost svahu a pohyb půdy jim nevadí, jsou to dřeviny, které běžně osidlují i pohyblivější sutě. Pohyblivost půdy je asi též příčinou, proč zde nemůže převládnout hlavní konkurent ušlechtilých listnáčů v tomto pásmu — buk. Zmlazování dřevin je uspokojivé.

Spektrum indikátorů edafických poměrů nápadně odlišuje roklinové javořiny od všech ostatních lesních společenstev dolního Posázaví. Absolutně převládají megatrofy, silně se uplatňují nitrofilní druhy a acidifilní mesotrofy jsou zastoupeny jen slabě, oligotrofy chybějí. Vedle druhů s širší amplitudou nároků na vlhkost, z nichž převládá vlhčí skupina, uplatňují se i indikátory vlhkých půd (hygrotop 3). Podle průměrné účasti naprosto převládají hygrofyty, značný podíl mají mesofyty. Vedle druhů „mírného" humusu se indikátory jiných forem neuplatňují, druhy moderu a surového humusu chybějí.

Z uvedených skutečností vyplývá jednoznačně zařazení do edatopu D 3.

Světelné poměry ukazují převládající oligofotní druhy, vedle kterých se ještě uplatňují mesofotní druhy. Nejsilnější je zastoupení druhů pásu QTA+FA, kromě nich se uplatňují i druhy pásů QTA a FA. Ve spektru areálových typů převládají boreo-meridionálně-oceánické druhy zejména skupiny jihoevropsko-montánně-středoevropských. Je vidět, že i v tomto společenstvu stinného a vlhkého mesoklimatu a mikroklimatu se výrazně uplatňuje vliv bízkého pásma smíšených listnatých lesů.

Lokální diferenciální skupiny bukového a dubobukového pásma daleko převyšují zastoupení druhů dubového pásma. Z ekologických diferenciálních skupin je pro společenstvo charakteristické zastoupení skupiny kategorie stanovišť II a $IIIa_1$ (skupina *Asperula odorata*), částečně i vlhčí skupiny *Impatiens noli tangere,* skupiny *Moehringia trinervia* a megatrofů s všeobecným rozšířením. Roklinové javořiny jsou vyhraněné společenstvo stanovištní kategorie II c.

Největší je průměrná účast i počet druhů autogamních + entomofilních a entomofilních, druhy anemofilní ustupují hlavně co do průměrné účasti. Vedle převládajících druhů s několika způsoby dálkového šíření se nejvíce uplatňují anemochorní druhy, méně zoochorní; značnější je i průměrná účast myrmekochorních druhů.

Dynamika

Obohacování svahovou vodou a ronem půdních částic způsobuje značnou odolnost stanoviště ke změnám, vyvolávaným pozměněným složením stromového patra. Proto je i vývojová tendence tohoto společenstva stálá.

Systematika a chorologie

Ve složení roklinových javořin se prakticky uplatňují jen druhy třídy *Querceto-Fagetea*, řádu *Fagetalia* a svazu *Fagion*, což jednoznačně určuje jejich systematickou příslušnost. Výskyt v dolní části bukového pásu se projevuje značnou účastí druhů pásu QTA.

Do okruhu společenstev blízkých *Arunco-Aceretu* patří zčásti řada fytocenos popsaných z různých oblastí, jako např. asociace *Acer pseudoplatanus — Fraxinus excelsior* (K l i k a 1932) ze středních Čech a některá *Acereto-Fraxineta* různých autorů. Podrobnou charakteristiku *Arunco-Acereta* podal M. M o o r (1952) v práci o lesích švýcarské Jury, dále K u o c h (1954) z Alpské oblasti. Úsudek o rozšíření není možno si učinit, protože do okruhu tohoto společenstva patří částečně i cenosy, popsané jako jiné typy javořin. Jako edaficky a mesoklimaticky podmíněné společenstvo však je v isolovaných výskytech dosti časté zejména v hercynsko-sudetské oblasti a v jihozápadní části střední Evropy.

BIKOVÉ JEDLINY (LUZULO PILOSAE-ABIETUM)

Bikové jedliny jsou svérázné a u nás velmi rozšířené společenstvo značného hospodářského významu. V chlumech dolního Posázaví nacházíme dvě samostatné subasociace jedlin:

1. *Luzulo-Abietum myrtilletosum* (zkráceně *Myrtillo-Abietum*).
2. *Luzulo-Abietum oxalidetosum* (zkráceně *Oxalido-Abietum*).

Vzdor tomu, že jde o dvě samostatná společenstva, odlišná složením, ekologií i produkčními vlastnostmi, mají obě mnoho společných rysů a prostorově se často prostupují, takže je nejvhodnější o nich pojednat společně.

Morfologie

Luzulo-Abietum tvoří vysokokmenné jedliny, které v přirozených poměrech jistě alespoň pomístně byly výškově rozrůzněny jako výběrný les. I dnes v převážně stejnověkých jedlinách, které se jen vzácně zachovaly, vidíme sklon k vytváření vertikálního zápoje a skupinovitého zmlazování. Šťavelová subasociace vytváří velmi stinné porosty, ve kterých mimo prosvětlená místa chybí keřové patro. Porosty borůvkového typu mají mnohem řidší zápoj a keřové patro v nich bývá zřetelně vyvinuté. Pokryvnost bylinného patra dosahuje v jedlinách pravidelně vysokých hodnot (50 až 90 %), nižší jsou jen ve výjimečných případech v některých porostních typech. Mechové patro pokrývá značnou část plochy, která je ve šťavelovém typu ještě větší; v obou je však charakteristickým znakem.

Fysiognomii šťavelového typu udává stinné stromové patro, pomístně keřové patro (téměř jen jedlové, někde na vyvýšených místech i bukové), nízké bylinné patro a mechy. Jen na prosvětlených místech se výrazně uplatňují vysoké rostliny v bylinné vrstvě, zejména kapradiny a trávy. V borůvkovém typu v dosti světlých porostech je fysiognomicky rozhodující značný podíl borůvky v bylinném patře, tvořeném převážně nižšími druhy.

Podle zastoupení strukturních typů můžeme jedliny charakterisovat jako společenstva megafanerofytů, hemikryptofytů a chamefytů. V jedli-

nách s borůvkou absolutně převládají nízké druhy (0,2—0,5 m) se značnější účastí středních a vysokých rostlin. Ve šťavelové subasociaci převládají nízké druhy méně výrazně, ale velmi silně jsou zastoupeny velmi nízké druhy (pod 0,2 m). Druhy se středně velkými listy převládají nad malolistými v borůvkové jedlině asi dvaapůlkrát, ve šťavelové čtyřnásobně.

Přirozená druhová skladba stromového patra se jen velmi vzácně zachovala ve zbytcích; častější jsou vtroušené jedle v různých porostních typech, které dnes jedliny nahrazují (v borových na místě borůvkových jedlin, v smrkových na místě šťavelových). Jejímu průkazu byla však vzhledem k významu jedlin a vzhledem k tomu, že dosud u nás nebyly popsány, věnována zvláštní péče. Původnost jedlin prokazují jak pylové analysy (Pacltová-Mráz 1954 a Mráz-Pacltová 1955), tak i popisy lesů, a to i velmi staré (soudní odhad Konopišťské části Zelenohorského panství z r. 1560 aj., srov. Mráz 1956, 1957). Jedle v porostech převládala; jen na balvanitých vyvýšených místech zvlněné plošiny se uplatňoval buk a dub letní, borovice a bříza, stejně tomu bylo jistě i na dočasně prosvětlených místech.

Jak dokazují shodně všechna šetření, převládala v porostech jedle, takže je nutno zdejší společenstva považovat za jedliny a nikoliv jen za jedlové doubravy (srov. Ambrož, 1951). Pravděpodobná je i původnost smrku (malý podíl), avšak dosud se nepodařilo ji v těchto společenstvech prokázat. Jinde v Posázaví je dokladů řada.

Druhové složení ukazuje asociační tabulka (srov. Mráz, 1959). Význačnou druhovou kombinaci tvoří (kromě jedle) druhy svazu *Luzulo-Fagion, Galium scabrum, Luzula nemorosa* a *Luzula pilosa,* které společně s dalšími druhy střídavě vlhkých málo provzdušených ulehlých půd *(Carex pallescens, Juncus conglomeratus)* ukazují na půdní podmínky společenstva, a konstanty *Fragaria vesca, Rubus idaeus, Viola riviniana, Agrostis tenuis, Calamagrostis epigeios, Carex pilulifera* a *Veronica officinalis,* v mechovém patře *Polytrichum formosum* a *Entodon schreberi.* Ve šťavelové subasociaci přistupují diferenciální druhy *Majanthemum bifolium, Dryopteris spinulosa, Dryopteris filix mas, Oxalis acetosella, Prenanthes purpurea* a *Catharinaea undulata,* v borůvkové subasociaci *Vaccinium myrtillus* (s větší dominancí), *Carex digitata, Holcus mollis, Luzula campestris* a *Dechampsia flexuosa.*

Převážná většina druhů v jedlinách kvete ve 2. čtvrtletí a na přechodu ke 3. čtvrtletí, ale nevytváří nápadně odlišné roční aspekty.

Ekologie

Jedliny nacházíme v oblasti dolního Posázaví v nejvyšších polohách, mezi 420—500 m n. m., nejčastěji okolo 480 m. Zaujímají jen nepatrně zvlnělé plošiny s celkovým sklonem obvykle ke stinným stranám, a to zejména ploché, velmi mírné svahy a mělké úžlabiny, které tvoří největší část náhorních rovin a plošin mezi nepatrnými balvanitými vyvýšeninami. Tato stanoviště vytváří v polesí Těptín převážně žula a v polesí Lojovice též gabbrodiorit. Důležitým podkladem existence jedlin jsou kromě polohy v bukovém pásmu zejména vlastnosti půdy a půdního podkladu. Aby mohly vzniknout těžší, málo vzdušné, oglejené, střídavě vlhké půdy jedlin, musí se nahromadit větší podíl jemnozemě v písčité zemině, která vzniká větráním žuly. Na plošině leží všeobecně slabé pokryvy zcela odvápněných sprašových hlín, které byly v mírně zvlněném terénu uloženy a částečně přemístěny ronem do plochých úžlabinek a na mírné sklony. Tím vzniká

výrazný kontrast mezi písčitými půdami nemapovatelných balvanitých vyvýšenin a těžkými písčitohlinitými až jílnatými půdami ze skupiny pseudoglejů na sklonech v plochých úžlabinách, na jejichž dnech často dochází k zamokřování a vzniku glejových podzodů (ve smyslu B. Maňana 1948), resp. stagnoglejů (ve smyslu W. L. Kubieny 1953).

Jako příklad půd jedlin se šťavelem uvádíme půdní profil z porostu 2d v polesí Těptín (blízko snímku č. 132). Jde o výrazný pseudoglej pod smíšeným porostem smrku, jedle, borovice a modřínu na mírném stinném sklonu.

A_L 0—1 smíšená jehličnatá hrabanka
$A_F + A_H$ 1—3 moder
g 3—60 bělavá sprašová hlína se slabým žlutohnědým odstínem a rezivými skvrnami, velmi ulehlá
g/(B) 60—100 tmavě rezavě hnědá, velmi ulehlá sprašová hlína s bělavými záteky a rezivými bročky a skvrnami
(B)/D 100—150 rezavě hnědý hlinitý písek s rezivými skvrnami a konkrecemi v horní části.

Naproti tomu půdní profil v porostu 215b v polesí Lojovice s porostem jedle (vývojové stadium 3) u snímku č. 189 je pseudoglej, který je velmi blízký hnědozemi; oglejení a vybělení je méně výrazné:

A_L 0—1 cm hrabanka a mechy
$A_F + A_H$ 1—4 hnědošedá silně humosní hlína
A/g-(B) 4—10 šedohnědá slabě humosní hlína
g-(B) 10—55 žlutohnědá vazká hlína s bělavými a narezlými skvrnkami
(B)g > 55 cm žlutohnědá ulehlá písčitá hlína s rezivými skvrnkami

Podobné půdní profily jsou i v borůvkové subasociaci, např. v borovém porostním typu v bývalém obecním lese těptínském v mírné úžlabině s velmi mírným sklonem k severu:

A_L 0—1 cm borové jehličí a mechy
$A_F + A_H$ 1—3 moder s ostrým přechodem k
g_1 3—30 bělavá dosti ulehlá oglejená sprašová hlína s žlutohnědým odstínem
g_2 30—40 bělavá silně písčitá hlína s rezivými skvrnkami
g/(B) 40—55 žlutohnědý hlinitý písek s rezivými skvrnkami
(B)/C > 55 rezavě žlutohnědý slabě hlinitý písek

Jak ukazuje morfologie půdního profilu a jak je možno pozorovat i na povrchu, jsou tyto půdy středně vlhké, ve vlhkém období a po dešti drží horizont *g* dlouho vodu, která převážně prosakuje pomalu, více či méně rovnoběžně s povrchem půdy. Letní výrazné prosýchání, charakteristické pro typické pseudogleje oblastí se suchým létem, se v půdách našich jedlin neprojevuje. Místo kolísání mezi stavem vlhké nebo mokré a vyschlé až ztvrdlé půdy vzniká zde jen kolísání mezi vlhkou až mokrou půdou ve vlhkých obdobích a po silných deštích, a čerstvou až suchou za letního sucha. Půdy borůvkové subasociace vysýchají více než šťavelové.

Již poloha stanovišť jedlin ukazuje na to, že vyžadují klima bukové oblasti, třebaže se vyskytují při její dolní hranici. Přijdeme-li ve stejné nadmořské výšce do obvodu propustných půd na plošině s mírným slunným sklonem, pozorujeme dosti plynulý přechod k třtinovým bučinám, se kterými se jedliny často stýkají. Na již zmíněných balvanitých hřbítcích a terénních vlnách, položených ostrůvkovitě v oblasti jedlin, vzniká bučinné společenstvo prakticky totožné s třtinovými bučinami nebo kyselými bukodoubravami, často ale bez *Calamagrostis arundinacea* a jiných teplomilných druhů, které zřejmě nepronikly souvislou plochou půd, které jim nevyhovují už svým půdním klimatem. Na dnech zamokřených úžlabin, kde vznikají pomalu tekoucí potůčky, se stýkají jedliny s přesličkovými

jedlinami s olší *(Equiseto-Abietum alnetosum)*, které nacházíme někdy i v téměř bezodtokých úžlabinách ve fragmentárním vývoji uvnitř souvislých jedlin. Jiná společenstva nacházíme na místě styku s jedlinami méně často.

Jedle je vyhraněným edifikátorem našich společenstev. Buk, který nemůže vniknout na ulehlé, nevzdušné, střídavě vlhké půdy jedlin, je omezen na balvanité vyvýšeniny, které už patří jinému typu. Dub letní, bříza a borovice se pro své velké nároky na světlo mohly uplatnit ve stinných porostech jedlin jen na dočasně prosvětlených místech. Jedle se dobře zmlazuje a dobře odrůstá i na menších holinách, pokud není příliš omezována škodami zvěří a člověkem, který ořezává pohodlně přístupné jedlové mlází pro ozdobné jedlové chvojí. Velmi dobře se zmlazuje jeřáb a dub letní, kterému v mládí určité zastínění prospívá. Druhy bylinného patra nemají omezující vliv na zmlazení ve šťavelové subasociaci. Větší rozmach borůvky v borůvkovém typu může mít nepříznivý vliv na obnovu dřevin.

Zastoupení indikátorů úrodnosti půdy je v obou subasociacích jedlin zřetelně odlišné. V borůvkové absolutně převládají acidifilní mesotrofy, pak následují (podle průměrné účasti) oligotrofní acidifily a menší podíl megatrofů. Ve šťavelových jedlinách je skoro stejná účast převládajících acidifilních mesotrofů a megatrofů, podstatně méně acidifilních oligotrofů. V obou společenstvech je i určitý podíl nitrofilních druhů. Že jsou šťavelové jedliny vlhčí, ukazuje větší účast druhů čerstvých až mokrých stanovišť a nepatrná účast druhů suchých stanovišť. V obou společenstvech převládají druhy s širší amplitudou nároků na vlhkost a v obou jsou výrazně zastoupeny druhy střídavě vlhkých půd. Že tyto druhy nacházíme ve velkém množství i v odpovídajících společenstvech dubobukového pásma, v asociaci *Abieto-Quercetum (Luzuleto-Quercetum luzuletosum pilosae)*, je pochopitelné. Okolnost, že jsou velmi hojné i ve vysloveně stále vlhkých až mokrých společenstvech nijak nesnižuje jejich hodnotu jako indikátorů silného kolísání půdní vlhkosti, nacházíme-li je ve společnosti suchomilných nebo mesofilních druhů. Stálé vlhko jim nevadí, ale snášejí občasné sucho. Také zastoupení hydrotypů v Iversenově pojetí ukazuje, že šťavelové jedliny jsou zřetelně vlhčí. V borůvkové subasociaci následují po mesofytech s velmi silnou účastí hemixerofyty a daleko za nimi hygrofyty. Ve šťavelové je naopak převaha mesofytů a hygrofytů (podle průměrné účasti). V jedlinách převládají druhy širší skupiny „mírných“ forem humusu, následují druhy moderu, surového humusu a moderu a druhy mullového moderu. Čistě mullové druhy prakticky chybí.

Z uvedených skutečností vyplývá, že borůvkové jedliny patří k edatopu B-C 2, šťavelové k C-D 2—3, obě s význačným občasným kolísáním vlhkosti.

Světelné poměry, jak o nich byla výše zmínka, potvrzuje daleko větší účast oligofotních druhů v šťavelových jedlinách vedle v obou subasociacích převládajících mesofotních a polyfotních druhů. Polyfotní a hyperfotní druhy jsou silněji zastoupeny v borůvkové subasociaci.

Jako obvykle převládají i v jedlinách druhy plurizonální. Podle počtu druhů je v borůvkové subasociaci největší zastoupení bizonálních druhů pásů QTA+FA, následují QTA, QTA+QRC, QTA+FA+QRC, QRC+ +FA+P, FA a QRC. Podle průměrné účasti převládají druhy P+LPC,

QTA+FA, QTA+FA+QRC. Složení tohoto společenstva je tedy velmi heterogenní; stojí zřejmě na okraji pásu FA a je silně ovlivněno blízkým pásem QTA. Velká účast druhů pásu QRC a P, případně P+LPC je zřejmě podmíněna horšími edafickými, zejména humusovými poměry, ačkoliv některé druhy smrkového pásu P+LPC můžeme považovat za relikty z dřívějších období. V bikových jedlinách se šťavelem jsou poměry jasnější. Vedle plurizonálních jsou nejčastějšími druhy bukojedlového pásu (FA), dále QTA+FA, pak QTA+QRC a QTA+FA+QRC, kterých je zde mnohem méně než v předešlé subasociaci. Podle průměrné účasti jsou nejvíce zastoupeny druhy QTA+FA, FA+P a P+LPC, pak druhy bukojedlového pásu. Jedliny se šťavelem zapadají tedy jednoznačně do pásu FA, ale i zde se projevuje blízkost pásu smíšených listnatých lesů (QTA).

Ve spektru areálových typů převládají v jedlinách typy boreomeridionální s oceánickou tendencí. V borůvkové subasociaci je největší počet druhů jihoevropsko-montánně-středoevropských, ve šťavelové jihoevropských až středoevropských a západoasijských. Druhy s kontinentální tendencí zcela chybějí. Co do průměrné účasti dosahují největšího rozvoje druhy s boreálně montánním rozšířením, zastoupené podle počtu druhů jen málo. Je to zřejmě důsledek půdních, zejména humusových poměrů.

Uvedené skutečnosti se projevují ve zmíněné charakteristice jedlin ekologickými diferenciálními kombinacemi. V obou subasociacích jsou zastoupeny lokální diferenciální skupiny bukového a velmi silně bukového+ +dubobukového pásma, v borůvkových jedlinách též dubobukového pásma. V obou typech jedlin mají velkou účast skupina střídavě vlhkých půd (skupina *Luzula pilosa*) a skupiny široce zastoupených megatrofů a oligotrofů. Ve šťavelových jedlinách se význačně uplatňuje i náročnější skupina *Moehringia trinervia*.

Jak ukazují uvedené výsledky, patří jedliny do stanovištní kategorie III b_2 v bučinném klimatu.

Obě společenstva jedlin vykazují značné rozdíly i co do zastoupení biologických typů. V bikových jedlinách velmi výrazně převládají anemofilní druhy, mnohem méně je entomofilních a daleko za nimi zůstávají autogamní+entomofilní. Ve šťavelové subasociaci nápadně ubylo anemofilních druhů a obě ostatní uvedené skupiny jsou s nimi v rovnováze. V obou společenstvech jedlin převládají druhy s dálkovým rozšiřováním několika způsoby (anemo+hydro+zoochorní), následují anemochorní a zoochorní. Podle průměrné účasti je značný podíl myrmekochorů, ale počet druhů je přibližně stejný jako u jiných společenstev.

Dynamika

Vývojová stadia jedlin se v porostních typech, tvořených smrkem, v zásadních znacích neliší od přirozených porostů, nehledíme-li k zhoršení humusových poměrů, které se odráží hlavně v kvantitativním poměru zastoupení některých druhů. Výraznější jsou změny ve světlých porostních typech borovice nebo dubu, kde celá řada stinných druhů zmizí a velmi se rozmáhá borůvka. Tyto porostní typy obou subasociací jsou si pak na první pohled fysiognomicky velmi podobné, ale dají se při podrobném rozboru snadno rozenat podle výše uvedených znaků.

Smrkové porosty jsou velmi málo stabilní; na rozdíl od jedle vytváří

smrk na těchto ulehlých, nevzdušných, střídavě vlhkých půdách jen extrémně povrchový kořenový systém a v době, kdy je půda provlhčena, dochází snadno k vývratům. Ke snížení stability smrkových porostů zde přispívá i silný rozvoj dřevokazných hub, zejména kořenová hniloba, václavka aj. Vzniklé holiny zabuřeňují, pokrývá je hustý porost *Calamagrostis epigeios,* který nejen znemožňuje přirozenou obnovu porostů, ale velmi ztěžuje i umělé zalesnění holin. Dlouho trvající stadium holiny je však v těchto typech velmi nebezpečné pro půdy, ve kterých pak glejizační a podzolisační pochod pokračuje a způsobuje velmi nepříznivý stav půdy, se kterým se i druhy přirozené dřevinné skladby těchto typů těžko vyrovnávají. (Zmiňuje se o tom již S. Muránský, 1949 a podrobně tuto otázku rozebírají v Horním Švábsku R. Hauff, G. Schlenker a G. A. Krauss 1950.)

Některé příklady (např. v polesí Těptín, odd. 115g) ukazují tendenci přirozeného vývoje na holinách typu jedlin; do vzniklého březového předrostu nalétá bohatě jedle a smrk se obnovuje z velké části již na holině.

K řešení otázky dlouhodobého procesu formování jedlin přispívají některé relikty z dřívějších období vývoje lesa. Zdá se, že v boreálu zaujímala společenstva smrkového pásu stinná chladnější stanoviště a střídavě vlhké půdy plošin, zatímco společenstva smíšeného listnatého lesa pásu QTA pokrývala slunné polohy a vysýchavé půdy. Po nástupu bukojedlového pásu vnikla asi jedle do společenstva smrkového pásu na těžké půdy plošin, které vylučovaly buk, a buk převládal na čerstvých propustných půdách stinných svahů, zatímco na slunných svazích vytvořil smíšené lesy s druhy pásu QTA. Tím by se vysvětlovalo zastoupení reliktních druhů smrkového pásu, zejména *Calamagrostis villosa* v jedlinách i v typických a vlhkých kyselých bučinách. Výskyt *Calamagrostis villosa* je v oblasti Požárských lesů možno považovat za reliktní, protože Těptínská plošina je rozvodí, takže splavení třtiny z vyšších poloh nepřichází v úvahu. To ukazuje i na značnou pravděpodobnost přirozené účasti smrku v jedlinách, avšak asi jen ve formě příměsi.

Dnešní vývojová tendence jedlin není na první pohled jasná. Porosty jedle byly sice přímými zásahy člověka (holosečí a umělou kulturou smrku) ze svých stanovišť téměř zcela vytlačeny a jedle se zachovala většinou jen jako pomístní příměs, nejeví však znaky snížené vitality a není třeba pochybovat a reálnosti snah o její znovuzavedení. Daří se jí dobře i na menších holinách. Jedle se též kromě dubu letního a břízy dokáže jediná prosadit na pseudoglejích, zejména na jejich zhoršených formách. Třebaže tedy často řídké a degradované porosty budí dojem březových doubrav, vidíme při podrobném studiu stanovišť jedlin podle zbytků jedlových porostů, že by při nerušeném vývoj jedle jistě své stanoviště opět obsadila.

Systematika a chorologie

V jedlinách jsou podle počtu druhů nejsilněji zastoupeny význačné druhy třídy *Querceto-Fagetea,* ale ve srovnání s ostatními společenstvy poměrně méně; značnější je i podíl druhů svazu *Fagion,* řádu *Fagetalia,* pasekových druhů třídy *Epilobietea* a diferenciálních druhů svazu *Luzulo-Fagion.* Borůvková subasociace se liší větším počtem druhů třídy *Calluno-Ulicetea* (vřesovištních) a druhů řádu *Piceetalia.* Podle průměrné účasti

převládají druhy řádu *Piceetalia* nad druhy třídy *Querceto-Fagetea,* a to zejména nápadně v borůvkové subasociaci; je to zřejmě důsledek edafických, hlavně humusových poměrů. Z toho jednoznačně vyplývá příslušnost jedlin ke třídě *Querceto-Fagetea,* řádu *Fagetalia* a svazu *Luzulo-Fagion.*

Jak již bylo výše uvedeno, ukazuje zastoupení druhů vegetačních pásů na to, že jedliny jsou společenstva bukojedlového pásu; blízkost pásu QTA se projevuje značným podílem jeho druhů.

Jedlinami se zabývala už celá řada fytocenologů. Je však nutno důsledně rozlišovat jedliny, které vznikly druhotně nebo snad kulturou a neliší se podstatně floristicky ani ekologicky od společenstev, ze kterých vznikla, a jedliny, které jsou svérázným samostatným přirozeným společenstvem. K první skupině patří porostní typy jedle na stanovištích jedlových bučin, popsané R. Mikyškou (1935) ze Štiavnického Rudohoří, a porostní typy jedle, které uvádí J. Klika (1941) v rámci *Abieto-Fagetum querceto-carpinetosum* z Křivoklátska. K. Domin (1931) uvádí jedliny v oblasti bučin u Sušice, které asi rovněž patří do této skupiny.

Často byly z různých oblastí popsány jedliny se smrkem; pozoruhodné je, že je nejrůznější autoři v řadě oblastí popisují jako společenstva těžkých ulehlých půd na plošinách. Jde o *Piceo-Abietum albae* (Szafer-Pawlowsi-Kulczynski 1923 z Polských Tater, Wlodek-Strzemienski 1925 z téže oblasti), *Piceeto-Abietum praealpinum* (Oberdorfer 1949 z náhorní plošiny Baar, týž 1950 z Allgäu), *Abieto-Piceetum myrtilletosum* (Dostál 1934 ze Slovenského Krasu), jedlo-(smrkové) lesy, popsané P. Meyerem (1949) ze Švýcarska z nižšího montánního stupně (cit. Kuoch 1954), *Abieto-Piceetum oxalidosum,* popsané ze Švýcarska, Rakouska, Bulharska, Illyrské oblasti a z Tater (cit. Svoboda 1953) a *Abieto-Piccetum deschampsietosum, Abieto-Piceetum herbosum* (Samek 1955) z Brd. To jsou z velké části společenstva vyšších poloh, která zastupují naše jedliny v montánním stupni.

Jedliny byly popsány jako *Abietum carpaticum* (Kulczynski 1928), *Abietum polonicum* (Dziubaltowski 1928, 1930, 1935, Dziubaltowski-Kobendza 1933—4), velmi podrobně popsal *Abietum oxalidosum, Abietum myrtillosum* a *Abietum oxalidoso-asperuletosum* i další typy jedlin Niedzialkowski (1935) též na glejovitých půdách, *Abietetum silesiacum* popsal 1933 Walas (cit. Svoboda 1953), *Abietum franconicum* Reinhold (1939, 1944), *Abietum vogesiacum* Issler (1942), *Abieto-Vaccinietum* Zeidler (1954) z Franckého lesa. Podrobnou charakteristiku montánních švýcarských jedlin, odlišnou celou řadou druhů, podal R. Kuoch (1954); popisuje např. *Myrtillo-Abietum* („Plateau-Tannenwald"), které je zřejmě obdobou našich jedlin ve vysokohorském pásmu. V poslední době podal obšírný rozbor vegetace jedlin a na přechodu bukojedlového a smrkového pásu ve Švýcarských Alpách A. Saxer (1955), jenž použil biocenologické metody v pojetí E. Schmida (1954 aj.).

Kromě toho byla popsána řada společenstev jedle s dubem; některá z nich jsou asi velmi blízká našim, jako Ambrožovo (1947) *Abieto-Quercetum hercynicum* z Třeboňska; zdá se, že i v tomto společenstvu převládala jedle a že Ambrož zvolil tento název proto, aby při zařazení společenstva do svazu *Quercion roboris* příliš nerušil. *Abieto-Quercetum* popsali Gessner-Siegrist (1925) jako přechod od *Querceto-Carpineta* k *Abietu* na terasách v obvodu Aare ve Švýcarsku (cit. Stamm, 1938). *Querceto-Abietum* je známé i ze Schwarzwaldu (cit. Svoboda, 1953). *Abieto-Quercetum transilvanicum* z poloh mezi 300—600 m uvádí S. V. Ševčenko (cit. P. Svoboda 1953).

Našim společenstvům je patrně blízké i *Quercetum hygrofilum,* které zaznamenávají A. Mezera a V. Samek (1954) z Kutnohorska.

Uvedená fakta ukazují, že jedliny nebo jedliny s příměsí smrku, dubu a někde i borovice nejsou vzácností a vyskytují se v celém areálu jedle na stanovištích, která dávají jedli možnost vytvořit vlastní porosty omezením hlavního konkurenta, jímž je buk. P. Svoboda (1953) uvádí jako „téměř čisté jedlové obvody" v sousedství doubrav u nás Plasko, Křivoklátsko, Posázaví (míněno je zřejmě Černokostelecko), Železné hory, Drahanská vysočina a Moravský Kras. Jedliny byly běžné i v celé řadě dalších chlumních oblastí, zejména na Benešovsku, Táborsku, Chudenicku a jinde.

PŘESLIČKOVÉ JEDLINY (EQUISETO-ABIETUM)

Morfologie

Přirozené porosty přesličkových jedlin jsou dnes téměř zcela nahrazeny smrkovými porostními typy. Společenstvo zaujímá poměrně velmi malé plochy a často vytváří málo typické přechody. Proto bylo nutno použít pro tabulku snímků z nižších věkových stadií porostů nebo i snímku holiny s keřovitým porostem. Vzhledem k povaze jejich stanoviště se však složení bylinného patra i při značnější změně světelných poměrů nemění tak zásadně, aby ho nebylo možno použít k charakteristické typu. Z tohoto důvodu není však možno závazně popsat prostorovou strukturu společenstva. Zdá se však, že přirozené porosty s převládající jedlí byly výškově i plošně diferencovány, a že keřové patro bylo zastoupeno pravidelně, ale s malou pokryvností. Bylinné i mechové patro dosahuje velkého stupně pokryvnosti.

Fysiognomii přirozených porostů určuje v nadrostu jedle a v bylinném patře *Equisetum silvaticum, Oxalis acetosella,* kapradiny a trávy.

Ve spektru životních forem (v bylinném a keřovém patře) převládají hemikryptofyta, velmi silně jsou zastoupena chamefyta a značná je i průměrná účast geofytů (rhizomových) a hydrofytů. Podle počtu druhů je spektrum následující. MM 13 %, M 7 %, Ch 18 %, H 47 %, G 7 %, HH 2 %, TH 1 % Th 5 %. Převládají středně vysoké rostliny se značnou účastí vysokých. Druhy se středně velkými listy převažují asi pětkrát nad malolistými.

Přirozenou skladbu stromového patra je pro malý plošný rozvoj těžko bezprostředně dokázat historicky. Podle dokladů převládala v minulosti jedle na místech, kde jsou hojné zamokřené půdy. Podle místních názvů lesních oddělení a podle výskytů jedle na takových stanovištích je třeba počítat s tím, že hlavní dřevinou zde byla jedle, ke které na světlých místech přistupoval dub letní, bříza, olše a jeřáb; na nejvlhčích místech byla jistě v převaze olše. Na několika místech se dodnes v keřovém patře zachovala výmladková *Betula pubescens.* Je pravděpodobná i určitá přirozená účast smrku. Srov. též K. Mráz 1959.

Druhové složení, jak ukazuje tabulka, vyniká značnou účastí mokřadních druhů, z nichž mnohé jsou společné s olšinami. K význačné druhové kombinaci patří diferenciální druhy (lokální význačné druhy asociace) *Carex fusca, Sphagnum sp.* a *Polytrichum commune.* K nim přistupují *Galium palustre, Lysimachia vulgaris, Scirpus silvaticus, Valeriana dioica, Crepis paludosa, Agrostis stolonifera ssp. prorepens, Caltha palustris, Glyceria fluitans, Mentha aquatica, Equisetum silvaticum, Potentilla erecta, Cirsium palustre, Deschampsia caespitosa, Oxalis acetosella, Rubus idaeus* a *Vaccinium myrtillus.*

Roční periodicita je málo vyhraněna; většina druhů kvete ve 2. čtvrtletí a na přechodu ke 3. čtvrtletí, ale velkou účast mají i druhy, kvetoucí ve 3. čtvrtletí.

Ekologie

Přesličkové jedliny se vyskytují v nejvyšších polohách dolního Posázaví, na náhorních plošinách mezi 400—500 m n. m., na zamokřených dnech plochých úžlabin, ať už bezodtokých nebo s pomalu tekoucími potůčky.

Podklad zde tvoří žula. Půda je v typickém vývoji společenstva stagnoglej (v pojetí W. Kubieny 1953), velmi blízký glejovým podzolům v pojetí našich půdoznalců (B. Mařana 1948, J. Pelíška 1952) i zahraničních autorů.

Dobrým příkladem je profil půdy ze selského lesa na Těptínské plošině u porostu 112e ve smrkovém porostu s olší.

A_L 0—2 cm hrabanka a mechy (rašeliník)
$A_F + A_H$ 2—4 cm humosní bahnitá šedá hlína
A_E/g 4—8 cm vybělená, našedlá a ulehlá jílnatá hlína se šedými záteky a rezavými skvrnami
g 8—(30) cm narezle šedá, ulehlá, jílnatá hlína s rezivými skvrnami a železitými konkrecemi

Celý profil je prosycen stagnující vodou. Půda je těžká, stále promokřená, s nedostatkem vzduchu. Humus se rozkládá pomalu a vzniká organická hmota, podobná poněkud slatinné rašelině. Na sušších místech má charakter moderu.

Přesličkové olšiny jsou společenstva bukového pásma; v klimatu dubobukového pásma doznívají, protože níže už jedle nemůže konkurovat dubu letnímu, olši a keřům.

Equiseto-Abietum se vytváří lokálně v pruzích podél potůčků, v úžlabinách nebo ostrůvkovitě na zamokřených svahových plošinkách uvnitř ploch, zaujatých jedlinami *(Luzulo-Abietum)*. U přechodu do oblasti teplomilných třtinových bučin obvykle přecházejí do fragmentárně vytvořených přesličkových olšin. Na potůčcích s vyšším spádem vznikají plynulé přechodné útvary k luhovým společenstvům, jindy přechody k jedlinám nebo k vysokobylinným bučinám, se kterými někdy též sousedí; při hlubší hladině spodní vody jsou méně zamokřené formy, často s *Carex brizoides*.

Jelikož je na stanovištích *Equiseto-Abieta* extrémními půdními poměry zcela vyloučen buk, přicházejí v úvahu jen vzájemné vztahy jedle, dubu letního, olše a smrku, břízy a jeřábu. Slunné dřeviny se mohou uplatnit na dočasně světlých místech, takže vzniká horizontální diferenciace porostů, podporovaná nestejnoměrností stanoviště, střídáním méně a více zamokřených míst. Dřeviny se dobře zmlazují a v dnešních většinou prosvětlených porostech se více uplatňují světlomilné dřeviny, než byly asi zastoupeny v přirozených porostech. Pro jedli je však v těchto nízkých polohách omezujícím činitelem především klima. Proto při postupu do nižších poloh dubobukového pásma na odpovídajících stanovištích se už jedle tak výrazně neprosazuje.

Kromě převládajících acidifilních mesotrofů se nejvíce uplatňují megatrofy, po nich oligotrofy; značná je i účast nitrofilních druhů. Tím se přesličkové jedliny výrazně odlišují od chudých kyselých doubrav s molinií, se kterými by snad mohly být zaměněny, a je z toho vidět jejich blízký vztah k ošinám. Vlhkostní poměry zřetelně ukazuje převládnutí vlhčí skupiny druhů se širší amplitudou nároků na vlhkost, a zejména velmi značná průměrná účast druhů mokrých stanovišť (hygrotopu 4). Výrazně jsou zastoupeny i rostliny střídavě vlhkých půd, kterým zde trvalé zamokření i nedostatek vzduchu není na překážku. Kromě mesofytů, hygrofytů a hemixerofytů se zřetelně projevuje účast telmatofytů a amfifytů. Xerofyty chybějí. Vedle rostlin mírného humusu a moderu mají největší účast druhy slatinných půd a méně i vrchovištní druhy, což zřetelně ukazuje, že i při zpomaleném rozkladu nemá humus nepříznivý dystrofní charakter. Stanoviště přesličkových jedlin tedy odpovídá edatopu C 4.

Na světelné poměry porostů ukazuje převládání mesofotních druhů se silnou účastí oligofotních a polyfotních. Velmi značná je účast euryfotních rostlin.

Nejpočetněji jsou zastoupeny (vedle plurizonálních) bizonální druhy pásů QTA+FA, následují QTA, QTA+FA+QRC a FA. Vysokou průměrnou účast málo počtem zastoupených druhů pásů FA+P+LPC a P+LPC určují asi převážně edafické poměry. Z toho je možno usuzovat na mesoklimatické poměry nižší části bukového pásu. Ve spektru areálových typů se v převládající skupině boreomeridionálně-oceánické nejvíce uplatňují druhy jihoevropsko-montánní až středoevropské; submeridionální druhy chybějí.

Souhrnně charakterisují *Equiseto-Abietum* dobře zastoupené ekologické diferenciální skupiny. Lokální diferenciální skupiny bukového a dubobukového pásma jsou téměř výlučně zastoupeny, skupiny dubového pásma chybějí. Z ekologických skupin určují přesličkové jedliny skupina *Lysimachia vulgaris,* skupina *Filipendula ulmaria,* ze skupiny *Impatiens noli tangere* méně náročné druhy, skupinu střídavě vlhkých půd zastupuje stálá *Potentilla erecta,* dále skupina *Moehringia trinervia,* megatrofy a oligotrofy. Z toho vyplývá, že *Equiseto-Abietum* patří do stanovištní kategorie I (půdy se stagnující vodou se sklonem k rašelinění), má však částečně přechodný charakter.

Vedle převládajících anemofilních a entomofilních druhů se méně uplatňují druhy autogamní + entomofilní. Převládají druhy s různými způsoby rozšiřování dálkového, podstatně méně se účastní anemochorní, myrmekochorní a zoochorní druhy.

Dynamika

Vzhledem k maloplošnému výskytu přesličkových jedlin a k častým přechodným formám není možno doložit dostatečným materiálem změny, které se projevují v jednotlivých vývojových stadiích. Zdá se však, že při porušení druhové skladby stromového patra, zejména pěstováním smrkových monokultur, stoupá zamokření půdy (asi v důsledku nedostatečného prokořenění půdy) a výrazněji se uplatňují mokřadní druhy. Současně se nepřímo projevuje okyselování a vyluhování půdy. Smrk je na těchto stanovištích se stále vysokou hladinou spodní vody nejvíce ohrožen vývraty. Jedlové porosty s dubem, olší a dalšími přimíšenými dřevinami jsou zde nejstabilnější možnou porostní směsí. Při výraznější degradaci by se mohla projevit vývojová tendence k acidifilní březové doubravě s molinií.

O dlouhodobé historii formování *Equiseto-Abieta* platí totéž, co o *Luzulo-Abietu.* I zde je možno např. třtinu chloupkatou považovat za reliktní druh z doby převládání společenstev smrkového vegetačního pásu v boreálu.

Systematika a chorologie

Na systematickou příslušnost ukazují převládající druhy třídy *Quercetea-Fagetea,* s nimiž jsou počtem druhů stejně zastoupeny jednotky třídy *Molinio-Arrhenatheretea.* Značnější je i účast druhů řádu *Piceetalia.* Průměrnou účastí se významně uplatňují význačné druhy svazu *Alneto-Ulmion.* Diferenciální druhy svazu *Luzulo-Fagion* a *Fagion* se uplatňují

málo. Z toho vyplývá postavení přesličkových jedlin jako společenstva třídy *Querceto-Fagetea*, slabě vázané na svaz *Luzulo-Fagion* se vztahem ke smrčinám a olšinám; druhy mokrých luk ukazují směr vývoje po odlesnění. *Equiseto-Abietum* patří k pásu *Fagus-Abies;* značná účast druhů pásu QTA je důsledkem nízké polohy na okraji pásu.

K blízkým a odpovídajícím společenstvům z různých oblastí můžeme počítat *Abietum uliginosum* (Dziubaltowski 1928) a Niedzialkowskim (1935) popsané vlhké jedliny na přechodu k olšinám na severovýchodním okraji areálu jedle v Polsku. Bartsch (1940) a Issler (1942) popisují *Abietum equisetosum* ze Schwarzwaldu a Vogés, Moor (1951, 1952) poprvé pod jménem *Equiseto-Abietum* ze švýcarské jury, kde však uvádí jen bohatší subasociace vápnitých půd *(Equiseto-Abietum fraxinetosum,* která má blízko k luhovým společenstvům horských potoků), Kuoch (1954) uvádí acidifilní *Equiseto-Abietum* z vysokohorských poloh Alp s četnými mokřadními druhy *(Equisetum silvaticum, Caltha, Valeriana dioica* a další, společně s naším společenstvem). Alespoň zčásti se přesličkovým jedlinám blíží i *Quercetum hygrofilum,* uváděné Mezerou a Samkem (1953) z Kutnohorska, a *Abieto-Piceetum sphagnetosum,* které popisuje Samek (1955) z Brd; podobně i části jedlových doubrav na Třeboňsku (*Abieto-Quercetum hercynicum,* Ambrož, 1947) na zamokřených půdách. Viz též K. Mráz 1959, kde je uvedena i asociační tabulka.

Z dosavadních zmínek se zdá, že mokřadní jedliny existují v celém středoevropském areálu jedle od severovýchodní hranice v Polsku až po Vogésy a Alpy na západě a jihozápadě, a to v nejrůznějších nadmořských výškách jako převážně edaficky podmíněné společenstvo.

Souhrn

Práce se zabývá popisem lesních rostlinných společenstev bukového stupně ve středočeských chlumech při dolní Sázavě. Autorova předchozí práce z této oblasti (1957) navazovala na starší (1953, 1955, 1956) a byla míněna též jako přehled použitých metod, zejména též využití statistických strojů. Proto tehdy nebylo možno uvést s ohledem na nedostatek místa podrobnou charakteristiku společenstev a bylo možno uvést prakticky jen jejich srovnání. Teprve nyní je možno podat podrobněji charakteristiky jednotlivých lesních společenstev (jejich synmorfologii, synekologii, syndynamiku a systematické zhodnocení) na podkladě již uveřejněných (1957) grafických znázornění výsledků výzkumu s použitím statistických strojů.

Podklad studovaného území tvoří žula případně granodiorit. Průměrné roční srážky se pohybují okolo 620 mm, průměrná roční teplota okolo 7,6° C. Vrcholy kopců překračují sotva 500 m (nejvyšší 519 m). Bližší viz K. Mráz 1953, 1955, 1956.

Největší plochy bukového stupně zaujímají společenstva svazu *Luzulo-Fagetum typicum* a *L.-F. calamagrostidetosum arundinaceae.* Společenstva svazu bohatých bučin, *Eu-Fagion,* pokrývají malé plochy a jsou vyvinuty jako chudší, kyselejší varianty, obvykle s bikou hajní. Proto byly původně přiřazeny ke kyselým bučinám. Jsou to *Dentario-Fagetum asperulosum, Impatiento-Fagetum altherbosum* a *dryopteridetosum, Tilio-Fagetum asperulosum* (vždy varianta *Luzula*) a *T.-F. genistetosum.* S ohledem na plochu i produkci jsou důležitá společenstva jedlin, *Luzulo-Abietum oxalidosum, L.-A. myrtillosum* a *Equiseto-Abietum.* Společenstva potočních luhů jsou popsána společně též pro dubové pásmo.

Mařinkové jedlo-bučiny, kyselá varieta (Dentario-Fagetum asperuletosum, varieta Luzula nemorosa): Tabulka 4

Zápis číslo	255	239	43a	155	91	167	90	
Nadmořská výška v m	480	490	480	480	480	495	480	
Expozice	NNE	E	E	NW	WNW	SW	N	
Sklon a konfigurace	20°+	30°±	0–7°	0–9°	7°±	7°±	3°(–)	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	+5	5	
E_4 % (+E_3)	30+15	80	90	60	80	80	65	
Fagus silvatica	5.5	5.5	5.5	2.2	2.2	+.2	+.1	X
Quercus petraea (+ *Q. robur*)	.	.	.	2.2	3.3	4.4	3.3	VI
Larix europaea (kult.)	1.1	.	.	+.1	.	1.1	2.2	VI
Carpinus betulus	2.2	1.1	.	.	.	+.1	.	IV
Abies alba	.	.	.	+.1	.	1.1	.	III
Pinus silvestris	.	.	.	1.1	3.3	.	.	III
Picea excelsa	.	.	.	1.1	.	.	2.2	III
Betula verrucosa	+.1	.	.	.	.	1.1	.	III
E_2 %	—	—	1	2	—	2	2	
Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	1.2	1.2	III
Sambucus racemosa	.	.	+.1	+.1	.	.	.	III
Fagus silvatica	.	.	+.1	.	.	.	.	I
E_1 %	70	50	60	60	60	70	80	
Fagus silvatica	+.2	1.2	2.2	+.1	.	1.1	.	VIII
Quercus petraea (+ *Q. robur*)	+.1	.	1.1	+.1	1.1	1.1	1.2	VIII
Carpinus betulus	+.1	.	.	.	1.2	+.1	+.1	VI
Tilia cordata	+.1	.	.	+.1	.	1.1	.	IV
Abies alba	.	.	.	+.1	+.1	1.1	.	IV
Picea excelsa	.	.	+.1	+.1	.	.	+.1	IV
Luzula nemorosa	1.2	1.2	3.3	2.3	1.2	2.2	2.2	X
Mycelis muralis	+.1	1.1	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	X
Hieracium silvaticum	1.1	.	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	VIII
Poa nemoralis	1.2	.	1.2	1.2	2.3	2.2	2.2	VIII
Scrophularia nodosa	1.1	1.1	+.1	.	+.1	1.1	+.1	VIII
Veronica chamaedrys	+.2	.	+.1	+.1	1.2	1.2	1.1	VIII
Asperula odorata	4.4	.	1.2	3.3	.	1.2	2.2	VII
Calamagrostis arundinacea	1.2	+.2	.	.	1.2	2.2	1.2	VII
Senecio nemorensis	+.1	.	.	+.1	+.1	1.1	1.1	VII
Viola silvatica + + *riviniana*	+.1	.	.	+.1	1.2	1.1	1.2	VII
Vaccinium myrtillus	.	.	+.2	+.2	2.2	2.2	2.2	VII
Chamaenerion angustifolium	.	1.2	+.1	.	+.1	.	+.1	VI
Rubus idaeus	+.1	.	.	.	1.2	+.1	1.1	VI

Zápis číslo	255	239	43a	155	91	167	90	
Nadmořská výška v m	480	490	480	480	480	495	480	
Expozice	NNE	E	E	NW	WNW	SW	N	
Sklon a konfigurace	20°+	30°±	0–7°	0–9°	7°±	7°±	3°(–)	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	+5	5	
Veronica officinalis	+.1	.	+.1	.	.	1.1	+.1	VI
Actaea spicata	.	.	.	+.1	+.1	.	+.1	IV
Athyrium filix femina	.	+.1	1.1	.	.	.	1.1	IV
Dryopteris filix mas	+.1	.	.	1.1	1.2	.	1.1	IV
Dentaria bulbifera	1.2	2.3	1.2	.	.	.	.	IV
Fragaria vesca	.	.	.	.	1.1	.	1.1	IV
Galium scabrum	.	.	.	+.1	1.1	.	1.2	IV
Majanthemum bifolium	.	.	2.2	.	.	1.2	1.2	IV
Melica nutans	.	.	.	1.2	2.2	1.2	.	IV
Oxalis acetosella	.	.	.	+.2	1.2	1.2	1.2	IV
Agrostis tenuis	.	.	1.2	.	.	.	2.2	III
Carex digitata	+.1	.	.	.	2.2	.	.	III
Carex pairaei	.	.	1.1	.	+.1	.	.	III
Carex pallescens	+.1	.	.	.	.	.	1.2	III
Deschampsia flexuosa	.	.	.	.	1.2	.	1.2	III
Festuca ovina	+.1	.	.	.	1.1	.	.	III
Geranium robertianum	.	.	.	1.2	1.2	.	.	III
Hypericum montanum	.	.	.	.	+.1	.	1.1	III
Lathyrus vernus	.	.	.	+.1	1.1	.	.	III
Moehringia trinervia	.	.	.	1.2	.	+.2	.	III
Prenanthes purpurea	.	.	1.2	.	.	1.2	.	III
Polygonatum multiflorum	.	1.2	+.1	.	.	.	.	III
Vicia sepium	.	.	.	.	.	+.1	+.1	III
E_0 %	5	10	3	10	10	10	5	
Dicranum scoparium	1.2	2.2	1.2	1.2	1.2	+.2	.	VIII
Polytrichum formosum	.	+.2	1.2	.	+.2	1.2	1.2	VII
Catharinaea undulata	.	1.2	+.1	+.2	.	.	+.2	VI
Hypnum cupressiforme	1.2	1.2	.	1.2	1.2	.	.	VI
Mnium affine	.	.	.	.	+.2	+.2	.	III
Musci sp.	1.2	1.2	.	1.2	.	1.2	.	VI

Druhy se stálostí I.:

E_2: *Picea excelsa* (167 — +.1), *Corylus avellana* (155 — +.1), *Abies alba* (155 — +.1); E_1: *Salix capraea* (43a — +.1), *Sorbus aucuparia* (90 — +.1), *Betula verrucosa* (90 — +.1), *Ulmus montana* (255 — +.1), *Anemone nemorosa* (43a — +.1), *Ajuga reptans* (155 — +.1), *Calamintha clinopodium* (91 — 1.2), *Campanula persicifolia* (167 — +.1), *C. rotundifolia* (90 — 1.1), *C. silvatica* (43a — 1.1), *C. leporina* (43a — +.1), *Circaea lutetiana* (43a — +.1), *Calamagrostis epigeios* (90 — 2.2), *Dryopteris spinulosa* (90 — 1.1), *Epipactis latifolia* (91 — +.1), *Epilobium montanum* (239 — +.1), *Gnaphalium silvaticum* (167 — +.1), *Galeopsis pubescens* (255 — +.1), *Holcus mollis* (91 — 1.2), *Hedera helix* (167 — +.1), *Hieracium laevigatum* (167 — +.1), *H. sabaudum* (255 — +.1), *Hypericum perforatum* (90 — 1.1), *Luzula pilosa* (90 — 1.1), *Lathyrus niger* (155 — +.1), *Melittis melissophyllum* (155 — +.1), *Melampyrum vulgatum* (167 — 2.2), *Myosotis arvensis* (91, 167 — +.1), *Milium effusum* (90 — 1.1), *Pulmonaria officinalis* (155 — 1.2), *Phyteuma spicatum* (155 — +.1), *Vicia silvatica* (155 — +.2); E_0: *Hylocomium splendens* (91 — +.2), *Eurhynchium striatum* (155 — +.2).

Netýkavkové jedlo-bučiny, kyselá varieta (Impatiento-Abieto-Fagetum, varieta Luzula nemorosa): Tabulka 5

Subasociace (typ)	Vysokobylinná (altherbosum)									Kapradinová (dryopteridetosum)				
Zápis číslo	266	156	436	257	258	152	192	103	stálost	114	61	84	131	stálost
Nadmořská výška v m	680	450	460	430	430	340	380	465		300	395	310	450	
Expozice	ENE	E	NE	NE	NNE	NE	WNW	N		SW	N	ENE	N	
Sklon a konfigurace	25°±	7°±	5°–	10°–	15°+	10°–	7°(–)	3°±		15°	Ø)	Ø	Ø	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gb	gr		gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	5	5	6		4	5	–5	+6	
E_4 (+ E_3) %	70+10	80	90	70	50+10	80	90	75		5+80	80+5	60	50	
Fagus silvatica	4.4	2.2	5.5	3.3	4.4	.	1.1	.	VII	.	1.1	.	.	II
Picea excelsa	+.1	3.3	.	3.3	1.2	+.1	2.3	3.3	VII	1.2	+.1	4.4	3.3	X
Quercus robur	.	+.1	.	.	.	3.3	2.2	.	IV	.	.	.	+.1	II
Betula verrucosa	1.2	1.2	.	+.1	.	.	.	+.1	IV	4.4	.	.	+.1	V
Ulmus montana	.	.	.	.	.	3.3	2.2	.	II	.	.	.	.	—
Carpinus betulus	.	2.2	.	.	2.2	.	1.2	.	II(+I)	.	.	.	.	—
Pinus silvestris (kult.)	.	3.3	.	+.1	.	.	.	.	II	.	4.4	.	.	II
Larix europaea (kult.)	.	.	.	.	+.1	.	.	3.3	II	.	1.2	.	.	II
Abies alba	2.2	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	—
Alnus glutinosa	.	.	.	.	.	.	.	1.1	I	.	.	1.1	.	II
E_2 %	5	20	1	2	3	—	2	.		10	5	10	2	
Sambucus racemosa	1.2	.	+.1	+.1	+.1	.	.	.	V	1.2	+.1	1.2	1.1	X
Picea excelsa	+.1	+.1	.	.	.	.	.	.	II	.	1.1	.	.	II
Fagus silvatica	.	.	+.1	.	.	.	.	.	I	.	1.1	.	.	II
Populus tremula	.	.	.	.	.	.	.	.	—	1.1	.	1.1	.	V
Betula verrucosa	.	.	.	.	+.1	.	.	.	—	.	.	1.2	.	II
E_1 %	100	70	60	100	90	90	70	100		70	50	70	30	
Quercus robur	+.1	+.1	.	+.1	+.1	1.1	.	+.1	VII	.	1.1	1.1	+.1	VIII

Pokračování tabulky 5

Subasociace (typ)	Vysokobylinná (altherbosum)									Kapradinová (dryopteridetosum)				
Zápis číslo	266	156	436	257	258	152	192	103	stálost	114	61	84	131	stálost
Nadmořská výška v m	680	450	460	430	430	340	380	465		300	395	310	450	
Expozice	ENE	E	NE	NE	NNE	NE	WNW	N		SW	N	ENE	N	
Sklon a konfigurace	25°±	7°±	5°–	10°–	15°+	10°–	7°(–)	3°±		15°	Ø)	Ø	Ø	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gb	gr		gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	5	5	6		4	5	–5	+6	
Fagus silvatica	1.2	+.1	+.1	1.1	1.2	+.1	.	.	VI	.	+.1	.	.	II
Sorbus aucuparia	.	1.2	.	+.1	+.1	.	1.1	+.1	VI	1.1	.	.	+.1	V
Picea excelsa	+.1	+.1	.	+.2	+.1	.	.	.	V	+.1	1.1	1.1	1.1	X
Carpinus betulus	.	+.1	.	+.1	2.2	.	1.1	.	V	.	+.1	.	1.2	V
Abies alba	1.1	+.1	.	1.2	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	—
Acer pseudoplatanus	.	+.1	.	+.1	.	+.1	.	.	IV	1.1	.	.	1.1	V
Acer platanoides	+.1	.	.	.	.	.	1.1	.	II	.	.	.	1.1	II
Betula verrucosa	.	.	.	.	.	.	.	+.2	I	.	+.1	.	.	II
Athyrium filix femina	+.1	1.1	2.2	1.2	+.1	1.2	1.2	2.2	X	1.2	1.1	2.3	1.1	X
Mycelis muralis	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	X	1.1	1.1	1.2	2.2	X
Viola silvatica + riviniana	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	X	1.1	+.1	1.2	1.2	X
Luzula nemorosa	.	+.2	1.2	+.1	+.2	1.2	1.2	+.2	VIII	+.2	1.2	+.1	1.2	X
Oxalis acetosella	1.2	2.2	.	4.4	3.4	2.3	1.2	2.2	VIII	2.2	2.2	2.2	1.2	X
Hieracium silvaticum	+.1	1.1	+.1	+.1	.	1.1	1.1	1.1	VIII	–	1.1	1.1	1.1	VIII
Poa nemoralis	1.2	+.2	1.2	1.2	1.2	2.3	2.2	.	VIII	+.2	.	.	1.2	V
Rubus idaeus	1.1	2.2	.	2.2	2.2	+.1	1.2	1.2	VIII	1.1	2.2	1.2	1.2	X
Geranium robertianum	1.2	1.1	.	1.2	1.1	1.1	+.2	.	VII	+.2	.	.	.	II
Fragaria vesca	+.1	+.1	.	+.1	.	1.2	1.1	1.2	VII	1.1	.	1.1	1.1	VIII
Scrophularia nodosa	+.1	+.1	+.1	+.1	.	1.1	.	+.1	VII	1.1	.	.	1.1	V
Veronica chamaedrys	1.2	1.1	.	1.2	1.2	1.1	1.2	.	VII	.	.	+.1	.	II
Asperula odorata	1.2	2.3	2.2	2.3	2.2	.	.	.	VI	.	.	.	.	—
Dryopteris filix mas	2.2	+.1	.	1.2	.	.	1.2	2.2	VI	1.2	.	1.2	1.2	VIII
Epilobium montanum	.	.	.	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	VI	+.1	.	+.2	+.1	VIII

Subasociace (typ)	Vysokobylinná (altherbosum)									Kapradinová (dryopteridetosum)				
Zápis číslo	266	156	436	257	258	152	192	103		114	61	84	131	
Nadmořská výška v m	680	450	460	430	430	340	380	465		300	395	310	450	
Expozice	ENE	E	NE	NE	NNE	NE	WNW	N		SW	N	ENE	N	
Sklon a konfigurace	25°±	7°±	5°—	10°—	15°+	10°—	7°(—)	3°±		15°	Ø)	Ø	Ø	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gb	gr	stálost	gr	gr	gr	gr	stálost
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	5	5	6		4	5	—5	+6	
Senecio nemorensis	2.3	2.2	.	5.5	4.4	.	.	1.2	VI	.	.	1.2	+.1	V
Impatiens noli tangere	2.2	1.2	+.2	2.2	.	2.3	.	.	VI	1.2	.	.	.	II
Prenanthes purpurea	2.2	1.1	1.1	.	+.2	.	.	.	V	.	1.2	.	1.2	V
Galium scabrum	.	1.2	1.2	.	1.2	.	.	+.2	V	+.2	1.2	.	2.2	VIII
Rubus fruticosus	+.1	.	.	1.2	+.1	.	1.2	.	V	1.1	+.1	1.2	.	VIII
Lathyrus vernus	+.1	1.1	1.1	+.1	.	.	.	.	V	.	.	.	.	—
Myosotis arvensis	+.2	+.1	.	.	.	2.2	+.2	.	V	.	.	.	.	—
Lamium galeobdolon	1.2	.	2.2	2.2	.	2.2	.	.	V	.	1.2	.	.	II
Urtica dioica	1.2	.	+.1	1.2	.	1.1	.	.	V	.	.	.	.	—
Moehringia trinervia	.	1.2	.	1.2	.	1.2	.	1.2	V	.	1.2	.	2.3	V
Calamagrostis epigeios	.	.	.	1.2	2.2	.	+.2	+.1	V	1.2	+.1	1.1	1.2	X
Hypericum perforatum	+.1	+.1	.	.	.	.	1.1	1.1	V	.	.	.	.	—
Veronica officinalis	.	+.1	.	.	1.1	.	1.1	1.1	V	.	.	1.1	.	II
Vicia silvatica	.	.	1.2	+.2	1.2	.	.	.	IV	.	.	.	.	—
Majanthemum bifolium	.	1.1	2.2	.	.	.	+.2	.	IV	1.2	2.2	.	1.2	VII
Actaea spicata	1.1	+.1	.	+.1	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	—
Brachypodium silvaticum	1.2	1.2	.	.	.	+.2	.	.	IV	.	.	.	.	—
Vicia sepium	1.2	+.1	.	.	.	+.2	.	.	IV	.	.	.	.	—
Carex pallescens	.	.	.	+.1	.	.	1.2	1.1	IV	1.1	.	.	1.2	V
Dryopteris spinulosa	+.1	.	.	.	1.1	.	+.1	1.1	IV	1.1	1.1	1.1	.	VIII
Campanula persicifolia	+.1	.	.	.	.	1.1	.	.	IV	.	.	.	.	—
Melica nutans	.	2.2	.	.	.	1.2	.	1.2	IV	1.2	1.2	1.2	1.2	X
Sanicula europaea	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	II	.	.	.	.	—

Pokračování tabulky 5

Subasociace (typ)	Vysokobylinná (altherbosum)									Kapradinová (dryopteridetosum)				
Zápis číslo	266	156	436	257	258	152	192	103	stálost	114	61	84	131	stálost
Nadmořská výška v m	680	450	460	430	430	340	380	465		300	395	310	450	
Expozice	ENE	E	NE	NE	NNE	NE	WNW	N		SW	N	ENE	N	
Sklon a konfigurace	25°±	7°±	5°—	10°—	15°+	10°—	7°(—)	3°±		15°	Ø)	Ø	Ø	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gb	gr		gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	5	5	6		4	5	—5	+6	
Carex silvatica	.	.	1.1	.	.	.	+.2	.	II	.	.	.	.	—
Phegopteris dryopteris	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	II	2.2	2.2	1.1	.	VIII
Poa chaixii	.	.	.	.	.	2.2	2.3	.	II	.	.	.	.	—
Asarum europaeum	1.2	.	.	.	.	.	2.2	.	II	1.2	.	.	.	II
Dactylis polygama	.	.	.	.	.	.	1.2	+.2	II	1.2	.	.	.	—
Anemone nemorosa	.	+.1	+.2	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	—
Festuca gigantea	.	+.1	.	+.1	.	.	.	.	II	.	.	.	.	—
Milium effusum	.	+.1	.	.	.	1.2	.	.	II	.	.	.	.	—
Deschampsia caespitosa	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	II	.	.	.	.	—
Chamaenerion angustifolium	.	.	+.1	.	.	.	.	1.1	II	1.1	.	0.1	1.1	VIII
Agrostis tenuis	.	.	1.2	.	.	.	.	1.2	II	+.2	1.1	1.2	.	VIII
Carex digitata	.	.	.	.	.	.	.	1.2	I	.	.	1.1	+.1	V
Calamagrostis villosa	.	.	.	.	.	.	.	4.4	I	.	2.3	2.2	.	V
Deschampsia flexuosa	.	.	.	.	.	.	1.2		I	+.2	1.2	.	1.2	VIII
Luzula pilosa	.	.	.	.	.	.	+.2	.	I	+.2	.	1.1	1.2	V
Ajuga reptans	.	.	.	.	.	1.1	.	.	I	.	.	1.1	.	II
Galium silvaticum	.	2.2	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	—
Carex pilulifera	.	.	.	.	.	.	+.2	.	I	1.2	.	1.2	1.2	VIII
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	—	.	.	+.1	+.1	V
Cirsium palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	—	.	1.1	1.1	1.1	VIII
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.	.	.	—	1.2	2.2	1.2	1.2	X
E_0 %	—	5	5	3	3	2	5	30		80	30	60	20	

Subasociace (typ)	Vysokobylinná (altherbosum)									Kapradinová (dryopteridetosum)				
Zápis číslo	266	156	436	257	258	152	192	103	stálost	114	61	84	131	stálost
Nadmořská výška v m	680	450	460	430	430	340	380	465		300	395	310	450	
Expozice	ENE	E	NE	NE	NNE	NE	WNW	N		SW	N	ENE	N	
Sklon a konfigurace	25°±	7°±	5°–	10°–	15°+	10°–	7°(–)	3°±		15°	Ø)	Ø	Ø	
Podklad	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gb	gr		gr	gr	gr	gr	
Vývojové stadium	+3	3	3	3	3	5	5	6		4	5	–5	+6	
Polytrichum formosum	.	1.2	+.2	+.2	1.2	+.2	1.2	2.3	VIII	4.4	2.2	2.2	2.2	X
Catharinaea undulata	.	+.1	1.2	1.2	.	.	1.2	.	V	+.2	.	1.2	.	—
Eurhynchium striatum	.	.	.	.	.	+.2	.	.	I	.	.	2.2	.	X
Entodon schreberi	.	.	.	.	.	.	.	1.2	I	1.2	1.2	1.2	1.2	X
Mnium affine	.	.	.	.	.	.	.	.	—	2.2	.	1.2	.	—
Mnium undulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	—	1.2	.	2.3	.	—
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	—	1.2	2.2	1.1	.	—
Musci sp.	+.2	.	.	.	1.2	.	.	1.2	IV					

Druhy s malou stálostí (v zápise č.):
Carex pairaei (258 — +.1; 131 — +.1), *C. leporina* (192 — +.2; 131 — 1.2), *C. hirta* (84 — +.2), *Sieglingia decumbens* (192 — +.2; 84 — +.2), *Calamagrostis arundinacea* (156 — 2.2), *Campanula rotundifolia* (196 — 1.1), *Carpinus betulus* (E_2, 61 — +.1), *Prunus spinosa* (61 +.1), *Pinus silvestris* (61 — +.1), *Rosa sp.* (61 — +.1; 192 — +.1), *Salix caprea* (114 — E_3 1.2, E_2 1.2), *Acer pseudoplatanus* (E_3, 114 — 1.2, E_2 156 — 1.2), *Frangula alnus* (E_2 114 — 1.2, E_1 192 — 1.1), *Polypodium vulgare* (114 — 1.1), *Epipactis latifolia* (114 — +.1), *Equisetum silvaticum* (114 — 1.1), *Dicranum scoparium* (114 — 1.2), *Hypnum cupressiforme* (114 — 1.2), *Alnus glutinosa* (E_2 84 — +.1), *Tussilago* (84 — +.1), *Achillea millefolium* (84 — 1.1), *Gnaphalium silvaticum* (84 — +.1), *Euphorbia cyparissias* (84 — +.1), *Rhytidiadelphus triquetrus* (84 — 1.2), *Thuidium tamariscinum* (84 — 1.2), *Acer platanoides* (E_4 131 — +.1), *Melampyrum vulgatum* (131 — 1.2), *Sorbus aucuparia* (E_2 156 — 2.2; 257 — +.1), *Sambucus nigra* (156 — +.1), *Grossularia uva crispa* (156 — +.1), *Lapsana communis* (156 — +.1; 266 — +.1), *Hepatica nobilis* (156 — +.1), *Phyteuma spicatum* (156 — +.1), *Circaea lutetiana* (436 — +.1), *Impatiens parviflora* (152 — 2.3; 266 — +.2), *Hypericum hirsutum* (152 — 1.2), *Campanula trachelium* (152 — 1.1; 266 — 1.2), *Galium aparine* (157 — +.1), *Hypericum maculatum* (152 — 1.2), *Ulmus montana* (E_1 152 — 1.2; E_2 192 — +.1), *Quercus rubra* (192 — 3.3; E_1 2.2), *Fraxinus excelsior* (192 E_4 +.1; E_1 1.1), *Calamintha clinopodium* (192 — 1.2), *Heracleum* (192 — +.1), *Ranunculus acer* (192 — +), *Angelica* (192 — +.1), *Lysimachia nummularia* (192 — 1.2), *Holcus mollis* (192 — 2.2), *Brachypodium pinnatum* (192 — +.2), *Galeopsis pubescens* (257 — 1.2; 258 — +.1), *Paris quadrifolia* (257 — +.1), *Linaria vulgaris* (258 — +.1), *Sambucus racemosa* (E_1 258 — +.1; 266 — +.1), *Tilia platyphyllos* (E_3 266 — 1.1), *Corylus* (E_2 266 — 1.2), *Pulmonaria officinalis* (166 — 1.2), *Astragalus glycyphyllus* (268 — +), *Lamium maculatum* (266 — +.1), *Chelidonium majus* (266 — +.1), *Calluna vulgaris* (114 — +.2; 84 — +.2), *Acer pseudoplatanus* (131, E_3 +.1).

Pozn.: Zápis č. 266 pochází z Čertova břemene (Sedlčansko).

Roklinové javořiny (Arunco-Aceretum): Tabulka 6

Zápis číslo	145	143	231	234	
Nadmořská výška v m	350	350	240	240	
Expozice	E	E	N	SE	
Sklon a konfigurace	40°±	3—15°	30°—	45°—	
Podklad	gr	gr	alg	alg	
Vývojové stadium	3	3	5	5	
E_{4+3}	90	80	70+5	40+30	
Acer pseudoplatanus	+.1	3.2	+.1	2.2	X
Carpinus betulus	.	2.2	+.1	1.2	VIII
Picea excelsa	.	2.2	4.4	3.3	VIII
Ulmus montana	4.4	2.2	.	.	V
Quercus robur	2.2	.	.	+.1	V
Tilia cordata	.	.	1.1	1.2	V
E_2	—	5	5	20	
Corylus avellana	.	+.1	1.2	+.1	VIII
Sambucus racemosa	.	1.1	+.1	.	V
Tilia cordata	.	.	+.1	1.2	V
E_1	80	90	90	60	
Aruncus silvester	3.4	1.1	4.5	3.3	X
Dryopteris filix mas	2.1	1.2	+.1	1.2	X
Geranium robertianum	1.1	1.2	1.2	1.2	X
Lamium galeobdolon	2.2	2.2	1.2	2.3	X
Mycelis muralis	1.1	1.1	+.1	+.1	X
Melica nutans	1.2	1.2	+.2	+.1	X
Oxalis acetosella	2.2	2.2	2.2	+.2	X
Asarum europaeum	2.2	2.3	.	+.1	VIII
Athyrium filix femina	+.1	.	+.1	+.1	VIII
Epilobium montanum	.	+.1	+.1	+.1	VIII
Impatiens noli tangere	1.2	3.3	.	+.1	VIII
Luzula nemorosa	+.2	.	+.1	+.2	VIII
Myosotis arvensis	1.1	+.1	+.2	.	VIII
Anemone nemorosa	2.2	.	.	+.1	V
Actaea spicata	+.1	1.1	.	.	V
Aegopodium podagraria	+.1	1.2	.	.	V
Ajuga reptans	+.1	.	+.2	.	V
Asplenium trichomanes	.	.	+.1	2.2	V
Campanula trachelium	+.1	.	1.1	.	V
Cardamine impatiens	+.1	.	1.1	.	V
Cystopteris fragilis	.	.	+.1	+.1	V
Galeopsis pubescens	+.1	.	+.1	.	V

Zápis číslo	145	143	231	234	
Nadmořská výška v m	350	350	240	240	
Expozice	E	E	N	SE	
Sklon a konfigurace	40°±	3–15°	30°–	45°–	
Podklad	gr	gr	alg	alg	
Vývojové stadium	3	3	5	5	
Galium silvaticum	.	.	+.2	1.2	V
Impatiens parviflora	1.1	2.2	.	.	V
Poa nemoralis	2.2	.	.	+.2	V
Urtica dioica	.	+.1	.	1.2	V
Viola silvatica (+ *riviniana*)	+.1	.	+.2	.	V
E_0	5	5	5	10	
Catharinaea undulata	1.2	.	1.2	1.2	VIII
Eurhynchium striatum	1.2	.	+.2	.	V
Plagiochilla asplenioides	.	.	+.2	1.2	V
Fissidens adianthoides	.	.	1.2	.	II

Druhy s malou stálostí (v zápise č.):

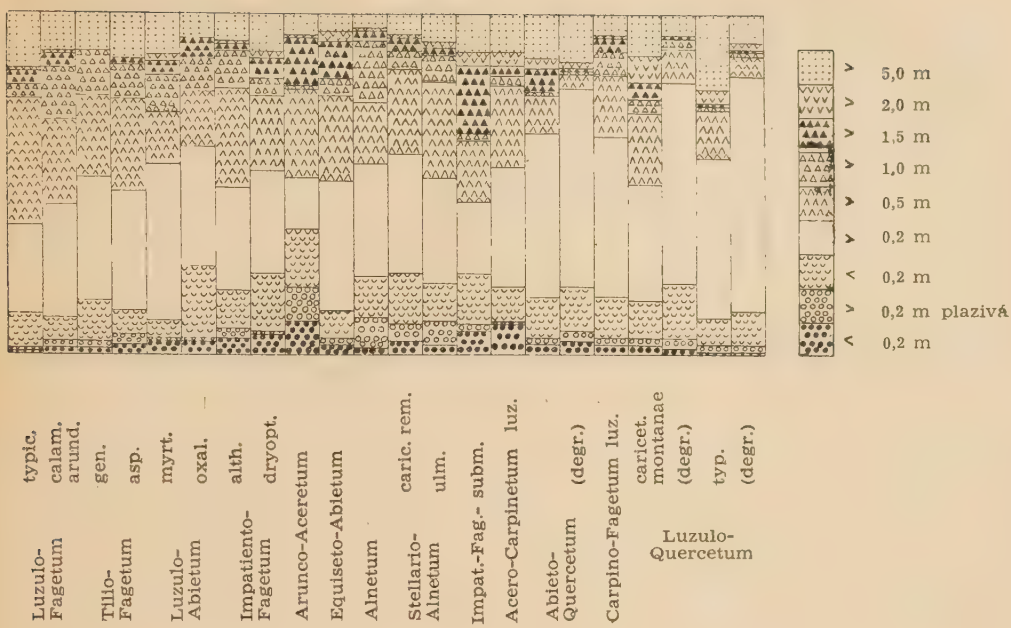
Stellaria nemorum (145 — +.1), *Hepatica nobilis* (145 — +.1), *Carex digitata* (145 — 1.1), *Cirsium palustre* (145 — +.1), *Quercus robur* (E_1 145 — +, E_2 143 — +.1), *Acer platanoides* (E_1 145 — +.1), *Scrophularia nodosa* (145 — +.1), *Fraxinus excelsior* (E_1 143 — +.1), *Carpinus betulus* (143 E_2 — +.1, E_1 — 1.1), *Acer pseudoplatanus* (143 E_2 — +.1, E_1 — 1.1), *Rubus idaeus* (143 — 1.2), *Senecio nemorensis* (143 — 1.1), *Fragaria vesca* (143 — +.1), *Carex pairaei* (143 — +.1), *Chamaenerium angustifolium* (143 — +.1), *Mnium affine* (143 — +.2, 231 — +.2), *Polytrichum formosum* (143 — 1.2), *Euphorbia dulcis* (231 — +.1), *Lathyrus vernus* (231 — +.2), *Cardaminopsis sp.* (231 — +.1), *Luzula pilosa* (231 — +.1), *Mnium punctatum* (231 — +.2), *Ribes alpinum* (234 — 1.2), *Lonicera xylosteum* (234 — 1.1), *Padus racemosa* (234 E_2 +.1), *Alnus glutinosa* (234 E_2 +.1), *Polypodium vulgare* (234 — lok. 2.2), *Alliaria officinalis* (234 — 1.1), *Stellaria holostea* (234 — +.1), *Phyteuma spicatum* (234 — +.1), *Moehringia* (234 — +.2), *Chrysosplenium alternifolium* (234 — +.1), *Hieracium silvaticum* (234 — +.1), *Chelidonium majus* (234 — +.1), *Calamagrostis arundinacea* (234 — +.1), *Vicia silvatica* (234 — +.1).

II + III
III / IV
III
II / III
II
I / II
Ctvrtleti
typic.
calam. arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
caric. rem.
ulm.
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
Abieto-Quercetum
(degr.)
Carpino-Fagetum luz.
caricet. montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Quercetum

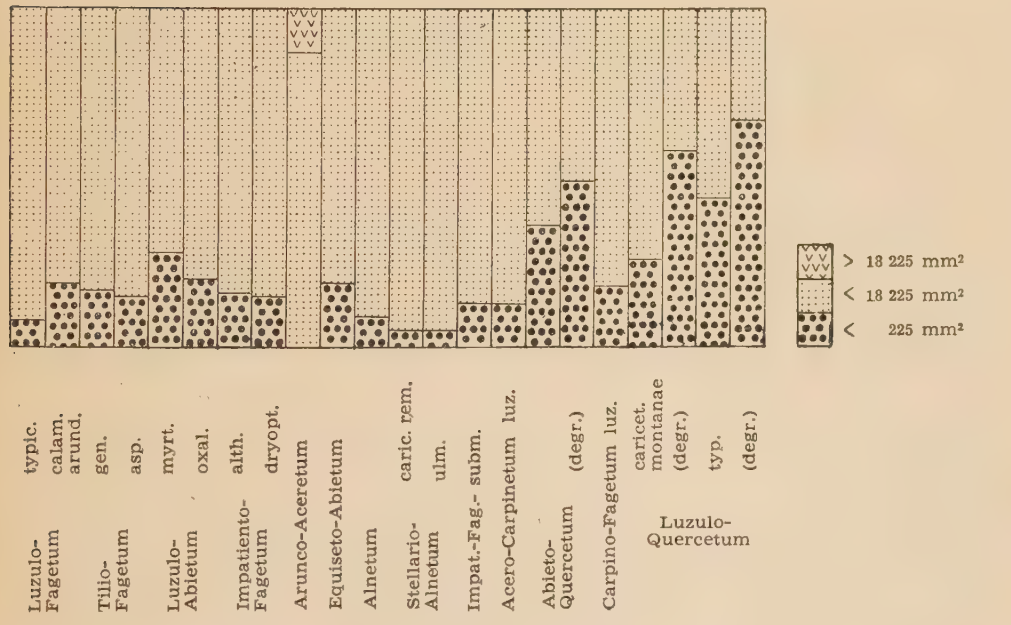
Graf 1.

Th
TH
HH
G
H
Ch
N
M
MM
typic.
calam. arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
caric. rem.
ulm.
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
Abieto-Quercetum
(degr.)
Carpino-Fagetum luz.
caricet. montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Quercetum

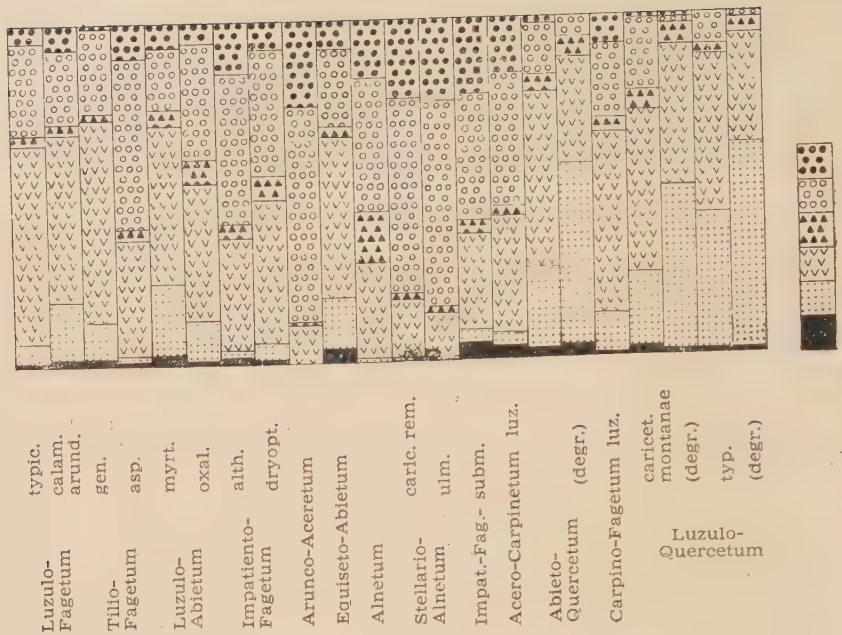
Graf 2.


typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
caric. rem.
ulm.
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
Abieto-Quercetum (degr.)
Carpino-Fagetum luz.
caricet. montanae (degr.)
typ. (degr.)
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Stellario-Alnetum
Luzulo-Quercetum
> 5,0 m
> 2,0 m
> 1,5 m
> 1,0 m
> 0,5 m
> 0,2 m
< 0,2 m
< 0,2 m plazivá
< 0,2 m

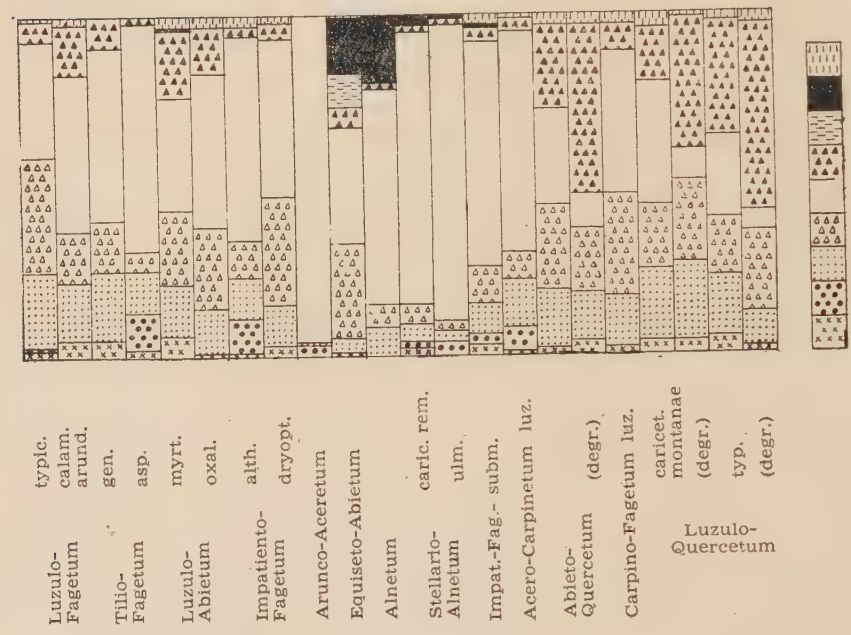
Graf 3.


typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
caric. rem.
ulm.
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
Abieto-Quercetum (degr.)
Carpino-Fagetum luz.
caricet. montanae (degr.)
typ. (degr.)
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Stellario-Alnetum
Luzulo-Quercetum
> 18 225 mm²
< 18 225 mm²
< 225 mm²

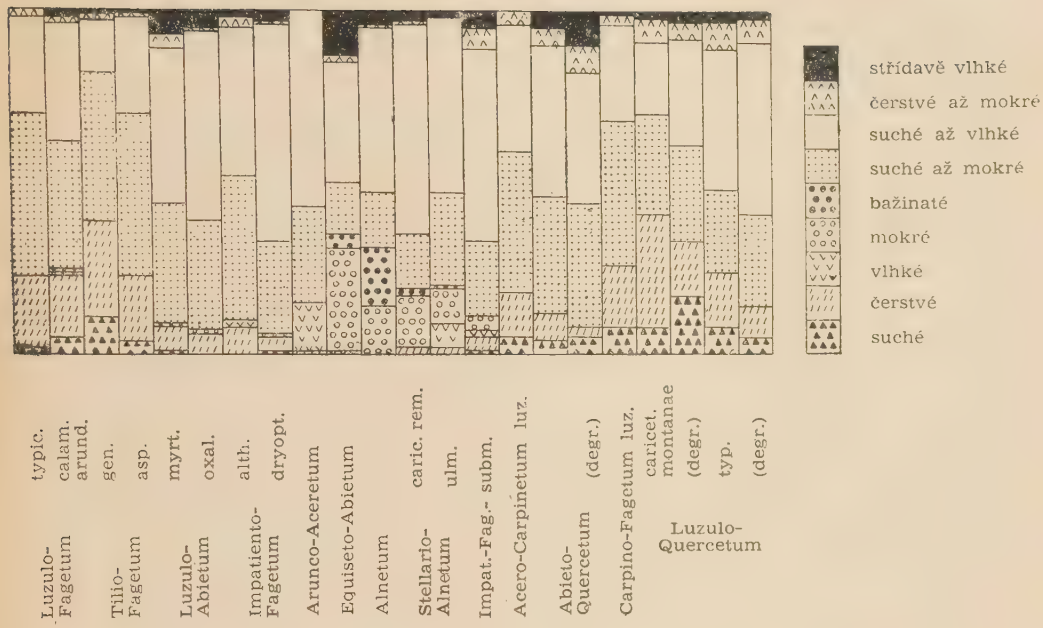
Graf 4.


typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
caric. rem.
ulm.
subm.
luz.
(degr.)
caricet. montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.-
Acero-Carpinetum
Abieto-Quercetum
Carpino-Fagetum
Luzulo-Quercetum
megatrofní nitrofilní
megatrofní
mesotrofní nitrofilní
mesotrofní
acidifilní
oligotrofní acidifilní
eurytrofní

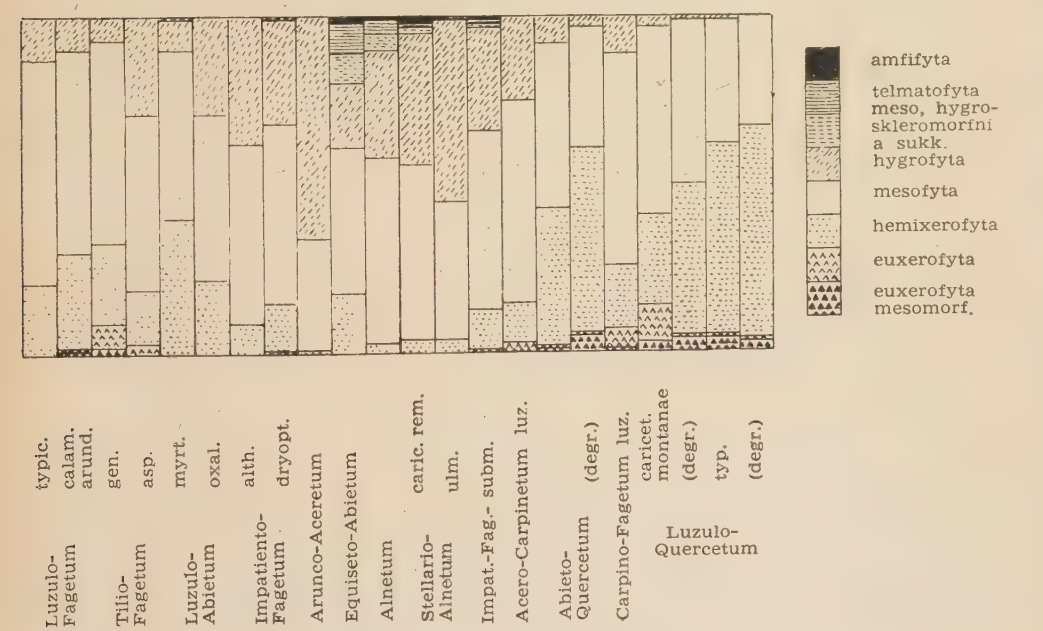
Graf 5.


typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
caric. rem.
ulm.
subm.
luz.
(degr.)
caricet. montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.-
Acero-Carpinetum
Abieto-Quercetum
Carpino-Fagetum
Luzulo-Quercetum
lhostejné
slatinný
rašelinný
sur. humus až moder
„mírný“ h.
moder
mull-moder
mull
bez humusu

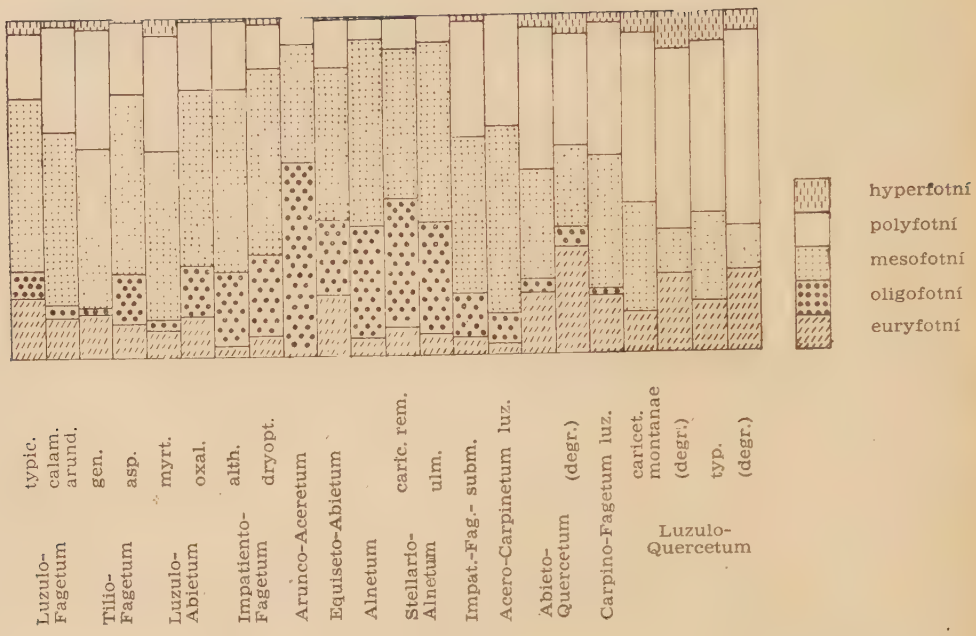
Graf 6.


střídavě vlhké
čerstvé až mokré
suché až vlhké
suché až mokré
bažinaté
mokré
vlhké
čerstvé
suché
typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
caric. rem.
ulm.
(degr.)
caricet.
montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
Abieto-Quercetum
Carpino-Fagetum luz.
Luzulo-Quercetum

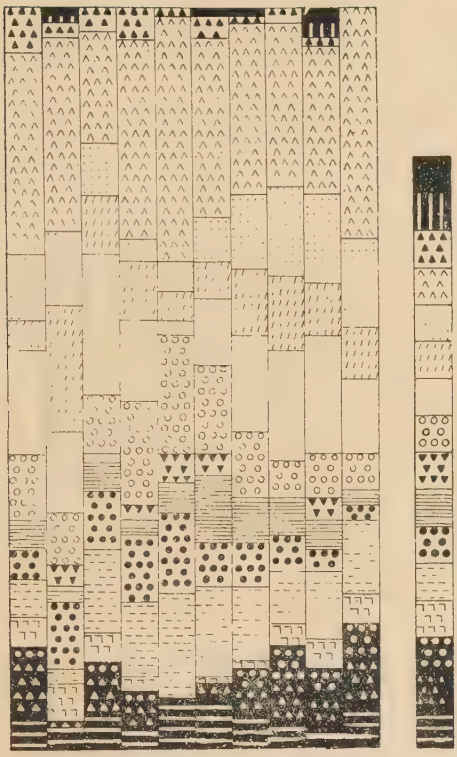
Graf 7.


amfifyta
telmatofyta
meso, hygro-
skleromorfní
a sukk.
hygrofyta
mesofyta
hemixerofyta
euxerofyta
euxerofyta
mesomorf.
typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
caric. rem.
ulm.
(degr.)
caricet.
montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Arunco-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
Abieto-Quercetum
Carpino-Fagetum luz.
Luzulo-Quercetum

Graf 8.


typic.
calam.
arund.
gen.
asp.
myrt.
oxal.
alth.
dryopt.
Luzulo-Fagetum
Tilio-Fagetum
Luzulo-Abietum
Impatiento-Fagetum
Aruncо-Aceretum
Equiseto-Abietum
Alnetum
caric. rem.
ulm.
Stellario-Alnetum
Impat.-Fag.- subm.
Acero-Carpinetum luz.
(degr.)
Abieto-Quercetum
Carpino-Fagetum luz.
caricet. montanae
(degr.)
typ.
(degr.)
Luzulo-Quercetum
hyperfotní
polyfotní
mesofotní
oligofotní
euryfotní

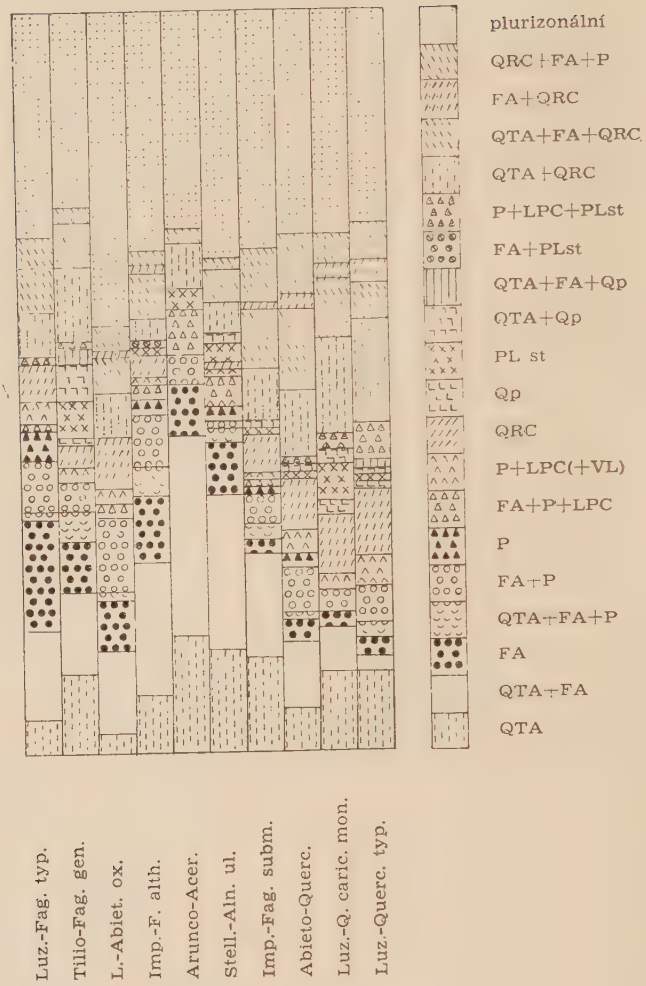
Graf 9.



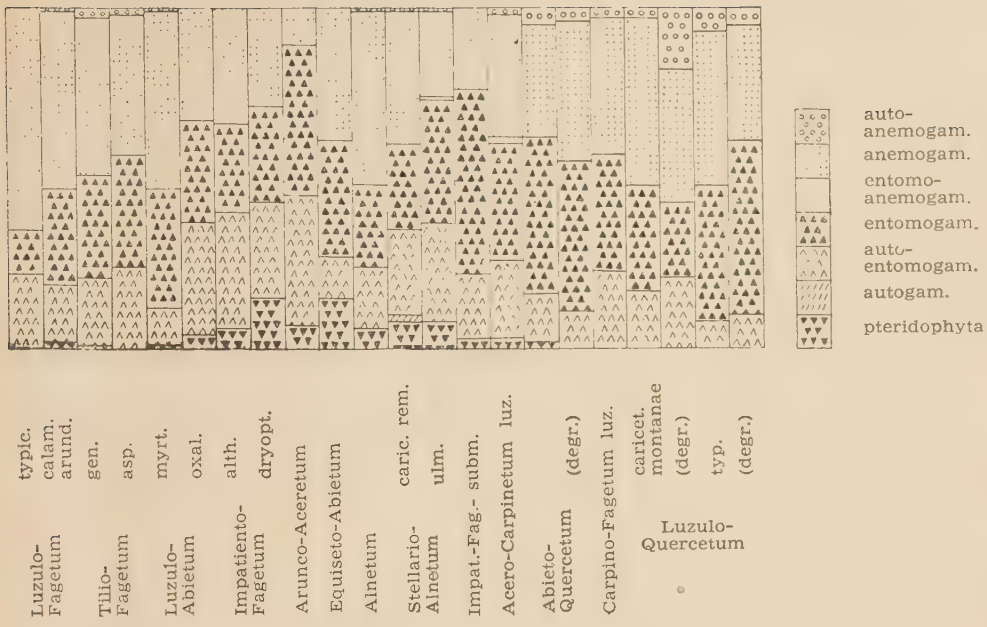
submerid. merid. ocean.
evr-med-mo
archeophyta
boreomerid.-(sub) mont. ocean.
se-me-mo
se-mo-me
se-me
evr.
se-me-z. asij.
amphiboreomerid -euras.
kont.
bez tendence rozš.
euras. širokopás. areál
euras.
amphiboreomerid. širokopás. ar.
amphiboreomer.
boreál. montán. ocean.
kont.
bez tendence rozš.

Luz.-Fag. typ.
Tilio-Fag. gen.
L.-Abiet. ox.
Imp.-F. alth.
Arunco-Acer.
Steil.-Aln. ul.
Imp.-Fag. subm.
Abieto-Querc.
Luz.-Q. caric. mon.
Luz.-Querc. typ.

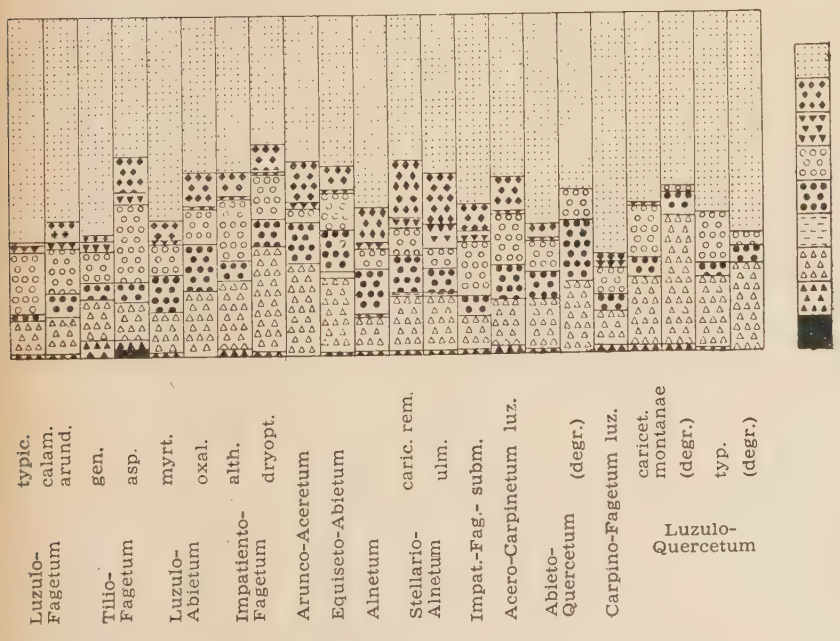
Graf 10.


Luz.-Fag. typ.
Tilio-Fag. gen.
L.-Abiet. ox.
Imp.-F. alth.
Arunco-Acer.
Stell.-Aln. ul.
Imp.-Fag. subm.
Abieto-Querc.
Luz.-Q. caric. mon.
Luz.-Querc. typ.
plurizonální
QRC+FA+P
FA+QRC
QTA+FA+QRC
QTA+QRC
P+LPC+PLst
FA+PLst
QTA+FA+Qp
QTA+Qp
PL. st
Qp
QRC
P+LPC(+VL)
FA+P+LPC
P
FA+P
QTA+FA+P
FA
QTA+FA
QTA

Graf 11.



Graf 12.



Graf 13.

Растительные сообщества лесов нижнего Посазавия

В труде описываются лесные растительные сообщества буковой ступени среднечешских холмов нижнего течения Сазавы. Предшествующий труд автора (1957 г.) навязывал на более старые (1953, 1955, 1956 гг.) и представлял собой обзор использованных методов и особенно статистических машин. Поэтому тогда из за недостатка места не было возможности поместить подробное описание и сравнение сообществ.

Основанием изучаемой области является гранит или гранодиорит. Средне-годичные осадки колеблются около 620 мм, а средне-годичная температура около 7.6° Ц. Высота холмов достигает едва 500 м над уровнем моря — самый высокий — 519 м н. у. м. Подробные данные приведены в трудах Инж. К. Мраза, напечатанных в 1953, 1955, 1956 гг.

Самую большую часть площади буковой ступени занимают сообщества *Luzulo-Fagiona* именно: *Luzulo-Fagetum typicum*, L.-F. *Calamagrostidetosum arundinaceae.* Сообщества богатых буковых насаждений занимают малые площади и развиваются как более бедные и кислые варианты, обыкновенно с *Luzula nemorosa.* Поэтому вначале они были присоединены к категории закисленных буковых насаждений. К ним относятся *Dentario-Fagetum asperulosum, Impatiento-Fagetum altherbosum* и *filicetosum, Tilio-Fagetum asperulosum* (всегда в. Лузула) а *T.-F. genistetosum.*

Имея ввиду площадь и производительность важными являются сообщества пихтовых насаждений, *Luzulo-Abietum oxalidosum, L.-A. myrtillosum* а *Equiseto-Abietum.* Сообщества сырых лесов на берегах потоков будут описаны заодно с описанием дубовой полосы.

Die Waldgesellschaften des Gebietes an der unteren Sázava

Die vorliegende Arbeit schildert die Waldgesellschaften der Buchenstufe des Mittelböhmischen Berglandes etwa 30 km südlich von Praha. Der Verfassen hat bereits über Waldgesellschaften dieses Gebietes berichtet (1957), doch war die Arbeit damals als eine Übersicht auch über die angewandten Methoden gedacht (u. a. Anwendung der statistischen Maschinen). Deswegen und mit Rücksicht auf Platzmangel musste auf eingehende Charakteristik der Gesellschaften verzichtet werden und es konnten praktisch nur vergleichende Betrachtungen gebracht werden. Die vorliegende Arbeit bringt (in Anlehnung an die 1957 veröffentlichten graphisch dargestellten Ergebnisse der Untersuchung mit Anwendung der statistischen Maschinen) die Charakteristik einzelner Waldgesellschaften u. zw. ihre Synmorphologie, Synökologie, Syndynamik und systematische Bewertung.

Die geologische Unterlage bildet Granit bzw. Granodiorit. Mittlere Niederschläge um 620 mm, mittlere Jahrestemperatur 7,6° C. Die Gipfel überschreiten kaum 500 m (maximal 519 m). (Näheres bei Mráz 1953, 1955, 1956.)

Die grössten Flächen des Gebietes der Buchenstufe nehmen Gesellschaften des *Luzulo-Fagion* ein: *Luzulo-Fagetum typicum* und *L.-F. calamagrostidetosum arundinaceae.* Gesellschaften des *Eu-Fagion* decken nur kleine Flächen, und sie sind hier als ärmere, sauere, meist *Luzula*-Varianten ausgebildet. Deswegen wurden sie (1957) dem *Luzulo-Fagetum* angeschlossen. Es sind dies *Dentario-Fagetum asperulosum, Impatiento-Fagetum altherbosum* u. *dryopteridetosum, Tilio-Fagetum asperulosum, T.-F.-genistetosum.* Flächen- wie auch produktionsmässig sind Tannengesellschaften wichtig, u. zw. *Luzulo (pilosae)-Abietum oxalidosum, L.-A. myrtillosum* und *Equiseto-Abietum.* Die Auwaldgesellschaften sollen demnächst gemeinsam mit denen der Eichenstufe behandelt werden.

LITERATURA

Ambrož, V.: Vysvětlivky k přehledové mapě základových půd ČSR, list Benešov, Praha, 1948.

Arrhenius, O.: A new method for the analysis of plant communities. Journ. of ecology 10, 1922 (Citov. podle E. Schmida).

Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie, 2. Ausg. Wien, 1951.

Däniker, A. U.: Die Pflanzengesellschaft, ihre Struktur u. ihr Standort. Ber. Schw. Bot. Ges., 49, 1939.

Deyl, M.: Úkoly geobotanického mapování v lesnickém a zemědělském plánování. Preslia 26, (3), 1954: 225—238.

Dostál, J.: Klíč k úplné květeně ČSR. Praha, 1954.

Ellenberg, H.: Unkrautgemeinschaften als Zeiger f. Klima u. Boden. Landwirtsch. Pflanzensoziologie, Stuttgart, 1950. Zur Entwicklung der Vegetationssystematik in Mitteleuropa. Ang. Pfl. Soz. Festschr. Aichinger 2. Bd. Wien, 1954.

Hartmann, F. K.: Waldgesellschaften der deutschen Mittelgebirge. Hannover, 1953.

Hegi, C.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, 1909—1931.

Iversen, J.: Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel i. d. Vegetationsforschung. Kopenhagen, 1936.

Jarošenko, P. D.: Osnovy učenija o rastitělnom pokrove. Moskva, 1953.

Kavina, K.: Botanika zemědělská. II. díl. Praha, 1923—1926.

Kirchner, O. V. - Loew, O. - Schröter, C.: Lebengeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. 1908.

Klika, J.: Rostlinná sociologie. Praha, 1948, (2. vyd. 1955).

Kriso, K.: Die Ableitung von Standortsspektren aus Vegetationsaufnahmen und ihre Anwendung als standortsdiagnostische Hilfsmittel. Forstwiss. Cblt. 71. 1952.

Kubiena, W. L.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart, 1953.

Küsel, H.: Konnexgruppen als Bausteine der Pflanzengesellschaften. Ref. Tüxen v Mitt. Fl. — soz. A. G., N. F. (4). 1953.

Laatsch, W.: Dynamik der deutschen Acker- u. Waldböden. Dresden-Leipzig, 1938, 2. Ausg. 1955.

Larin, I. V.: Opredělenije počv i selskochozjajstvennych ugodij po rastitělnom pokrovu. Moskva-Leningrad, 1953.

Leibundgut, H.: Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz. Bern, 1951.

Majevskij, P. F.: Flora sredněj polosy jevropejskoj časti SSSR. Moskva-Leningrad, 1954.

Mařan, B. - Káš, V.: Biologie lesa, Pedologie a mikrobiologie lesních půd. Praha, 1948.

Meusel, H.: Vergleichende Arealkunde. Berlin, 1943.

Mezera, A. - Mráz, K. - Samek, V.: Stanovištně typologický přehled lesních společenstev. Praha, 1956.

Mikyška, R.: Metodické poznámky k fytocenologickým rozborům lesa. Sb. ČSAZV — Lesnictví, XXIX, (2), 1956: 144—150.

Morozov, G. F.: Učenije o lese. 6. vyd. Leningrad, 1949.

Mráz, K.: Stanovištní typy a jejich degradační stadia v okolí Velkých Popovic. Práce Výzk. úst. les. ČSR. 3. 1953: 375—428.

Mráz, K.: Zbytky přirozených lesů Středočeských chlumů. Část I. (Klimatické poměry a nároky dřevin.) Ochrana přírody, IX. č. 8, 1954: 236—243.

Mráz, K.: Část II. (Historie lesů.) Ochrana přírody, X. (3). 1955: 75—82.

Mráz, K.: Produkční schopnost fytocenologicky definovaných stanovišť. Sborník ČSAZV. — Lesnictví, XXVIII. (1). 1955; 123—142.

Mráz K.: Příspěvek k poznání původnosti smrku a jedle ve vnitrozemí Čech. Práce VÚL 17, 1959; 137—180.

Mráz, K. - Pacltová, B.: Pylová analysa rašelin a půd jako pomůcka při řešení aktuálních pěstebních otázek. Sb. ČSAZV — Lesnictví, XXIX. (1). 1956: 3—20.

Němec, A.: Typy lesních půd. Praha, 1943. (2. vyd. 1954).

Oberdorfer, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland und die angrenzenden Gebiete. Stuttgart, 1949.

Oberdorfer, E.: Die Vegetationsgliederung des Kraichgaus. Beitr. z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschl., XI. 1952.

Pelíšek, J.: Pedologie lesnická. Praha, 1955.

Pogrebnjak, P. S.: Osnovy lesnoj tipologii. Kijev, 1944 (2. vyd. 1955).

Raunkiaer, C.: The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, 1934.
Richter, A.: Das neue Forsteinrichtungverfahren. Berlin, Deutscher Bauernverlag 1953.
Ridley, H. N.: The dispersal of plants troughout the world. Ashford, Kent, 1930.
Rode, A. A.: Počvověděnije. 1955.
Samek, V.: Lesní vzrůstová oblast Brdy. Rozmnoženo j. rukopis. Praha, 1955.
Saxer, A.: Die Fagus-Abies und Piceagürtelarten in der Kontaktzone der Tannen- und Fichtenwälder der Schweiz. Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz. 36. 1955.
Scamoni, A.: Waldgesellschaften und Waldstandorte. 2. Ausg. Berlin, 1954.
Scamoni, A.: Zur Frage der Charakterarten in der Vegetationskunde. Wiss. Ztsch. d. Humboldt-Univ. Bln., Mat.-Nat. R., 3. II, 1954.
Scamoni, A.: Einführung in die praktische Vegetationskunde. Berlin, 1955.
Schmid, E.: Vegetationsgürtel und Biocoenose. Ber. Schw. Bot. G., 51. 1941.
Schmid, E.: Anleitung zu Vegetationsaufnahmen. Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Ges. in Zürich, 10. Beih 1, 1954.
Schwarz, U.: Die natürlichen Fichtenwälder des Juras. Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz, H. 35, 1955.
Schwickerath, M.: Das Ganzheitsprinzip als Grundlage des Natur- u. Landschaftsschutzes. Verh. dtsch. Landes u. Bez.-Beauftragter f. Naturschutz, u. Landsch. pfl. Egestorff, 1950.
Sillinger, P.: Biologie d. nitrophilen Waldgesellschaften. Stud. bot. Čech, 2. 1939.
Soó - Jávorka: A. Magyar Növenyvilág Kézikönyve. Budapest, 1951.
Sukačev, V. N.: O tipach lesa i značenii ich dlja lesnogo chozjajstva. Sb. „Voprosy lesověděnija", Moskva, 1954.
Sukačev, V. N. - Lavrenko, E. M. - Larin, I. V.: Kratkoje rukovodstvo dlja geobotaničeskich issledovanij. Moskva, AN SSSR, 1952.
Svoboda, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. Praha, 1953.
Tüxen, R.: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. Flor.-Soz. A. G., (3). 1937.
Tüxen, R.: Neue Methoden der Wald- u. Forstkartierung. Ref. Pfl. Soz. Tag. 1950. Ref. v Mitt. Fl. Soz. AG. NF., (2). 1950.
Tüxen, R.: Das System der NW-deutschen Pflanzengesellschaften. Mitt. F.-S. AG. NF., H. 5. 1955.
Velenovský, J.: Poznámky k floristickým poměrům okolí Mnichovic. Časopis Musea Král. Českého, 1917.
Vorobjov, D. V.: Tipy lesov jevropejskoj časti SSSR. Kijev, 1953.
Wilde, S. A.: Použití číslicového systému při probádání lesa a pořízení porostních map. Lesnická práce, 1930.
Zlatník, A.: Fytocenologie lesa. (Litografováno) Praha, 1953.
Zólyomi, B. - Jakucs, P. - Baráth. Z. - Horánszky, A.: Forstwitrschaftliche Ergebnisse der geobotanischen Kartierung im Bükkgebierge. Acta bot. Ac. Sci. Hung., 1., 3—4, 1955.

OBSAH

Inž. Vladimír Krečmer:

Mikroklimatický a vodní režim borových kotlíků 5
Микроклимат и водный режим котловынных рубок в сосновых насаждениях
Das Mikroklima und der Wesserhaushalt der Kieferlochkahlschläge

Inž. Karel Mráz:

Rostlinná společenstva lesů dolního Posázaví 209
Растительные сообщества лесов нижнего Посазавия
Die Waldgesellschaften des Gebietes an der unteren Sázava

Kolektiv autorů za vedení inž. J. Mervarta

Práce Výzkumných ústavů lesnických ČSR

19

Vydal Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV, Zbraslav-Strnady
ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze • Publikace SZN č. 1109
Odpovědný redaktor inž. Petr Benda

Z linotypové sazby písmem Primus vytiskl knihtiskem MÍR, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 23, Opletalova 3, Praha 3 • Papír 70×100 cm • AA 22,49, VA 22,83
*D-13*01079*

Náklad 800 výtisků • 04/40 • Vydání první • Cena kart. výt. 27,50 Kčs • 56/IV-2

04/40 - Cena kart. výt. 27,50 Kčs